

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

**Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos**

**Evaluación del manejo de equipos de ordeña mecánica y su
influencia en la calidad higiénica de la Leche de pequeños
productores adscritos a un Centro de Acopio Lechero**

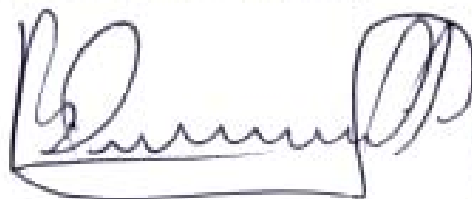
Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado de
Licenciado en Ingeniería en Alimentos

Esteban Alejandro Rodríguez Cárdenas

Valdivia Chile 2002

PROFESOR PATROCINANTE:

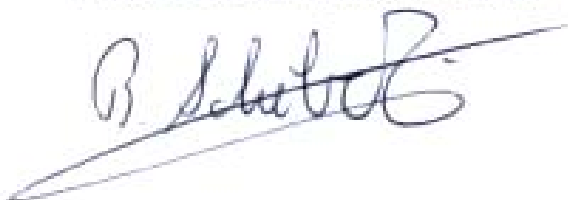
Sr. Bernardo Carrillo López



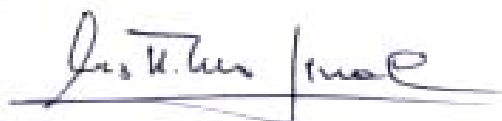
Ingeniero Agrónomo, Master en
Ciencias e Ingeniería de Alimentos
Instituto de Ciencia y Tecnología de
los Alimentos
Facultad de Ciencias Agrarias

PROFESORES INFORMANTES:

Sra. Renate Schöbitz Twele



Tecnólogo Médico, Master en
Microbiología
Instituto de Ciencia y Tecnología de
los Alimentos
Facultad de Ciencias Agrarias



Sra. Luz Haydée Molina Carrasco
Profesora de Biología y Química
Instituto de Ciencia Y Tecnología de
los Alimentos
Facultad de Ciencias Agrarias

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Estado del sector lechero en Chile	3
2.2	Recepción nacional de leche a nivel de la industria en Chile	4
2.3	Centros de Acopio Lechero (CAL)	5
2.4	Calidad de Leche	7
2.5	Esquemas de pago de leche por calidad	9
2.6	Fuentes de contaminación de la leche	13
2.7	La ordeña	14
2.7.1	Higiene	15
2.7.2	Ambiente apacible	15
2.7.3	Masaje manual de la ubre	15
2.7.4	Rapidez	15
2.7.5	Ordeño indoloro	15
2.7.6	Equilibrio de la ubre	15
2.7.7	Sustitución del ordeñador	16
2.8	Ordeña mecánica	16
2.8.1	Aspectos generales	16
2.8.2	Componentes del sistema de vacío	18
2.8.3	Componentes del sistema de leche	19
2.8.3.1	Línea de leche	19

2.8.3.2	Unidad de ordeño	20
2.8.4	Aspectos técnicos del equipo de ordeña que pueden afectar la salud de la ubre	23
2.8.4.1	Nivel de vacío	23
2.8.4.2	Estabilidad del vacío	24
2.8.4.3	Pulsación	25
2.8.5	Rutina de ordeño	25
2.8.5.1	Ambiente limpio y poco estresante	25
2.8.5.2	Examen de la leche y la ubre para detectar indicios de mastitis	25
2.8.5.3	Lavado de pezones	26
2.8.5.4	Uso de una solución adecuada de dipping	26
2.8.5.5	Secado de pezones con toallas individuales	27
2.8.5.6	Colocación de las pezoneras	27
2.8.5.7	Ajuste de las unidades de ordeño	27
2.8.5.8	Cerrado de vacío antes de retirar la unidad de ordeño	28
2.8.5.9	Aplicación de un baño de pezones con un producto antiséptico inmediatamente después de retirar las pezoneras	28
2.9	Relación del equipo de ordeña con la calidad higiénica de la leche	29
2.9.1	Influencia de las distintas partes de la instalación sobre la contaminación de la leche	29
2.9.2	Mastitis y ordeña mecánica	34
2.9.3	Métodos de limpieza para equipos de ordeña	38
2.9.3.1	Sistema de limpieza en caliente	38
2.9.3.2	Sistema de limpieza en frío	39
2.10	Equipos de ordeña y la normativa internacional	41
2.10.1	Vacío en el equipo de ordeña	41
2.10.2	Pulsación	41
2.10.3	Línea de vacío	41

2.10.4	Línea de leche	42
2.10.5	Tubo largo de leche	42
2.10.6	Bomba de vacío	42
2.11	Situación actual de los CAL en relación a la calidad higiénica de la leche	44
2.11.1	Evaluación del contenido de unidades formadoras de colonias en la leche a nivel de los CAL	44
2.11.2	Evolución del recuento de células somáticas en la leche a nivel de los CAL	46
2.11.3	CAL Pumol	48
3	MATERIAL y MÉTODO	50
3.1	Duración del estudio	50
3.2	Evaluación del estado y funcionamiento de los equipos de ordeña	50
3.2.1	Diseño y formulación de la pauta de evaluación	50
3.2.2	Revisión de equipos	51
3.3	Toma de muestra para los análisis de las variables de calidad higiénica	51
3.3.1	Recuento total de bacterias mesófilas	52
3.3.2	Recuento de células somáticas	52
3.4	Análisis estadísticos	52
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
4.1	Estado mecánico de los equipos de ordeña	54
4.1.1	Vacío	54
4.1.2	Pulsación	55
4.1.3	Frecuencia de pulsación	57

4.2	Estado higiénico de los equipos de ordeña de acuerdo a la pauta de evaluación	58
4.2.1	Trampa de vacío	58
4.2.2	Línea de vacío	59
4.2.3	Línea de leche (mangueras)	59
4.2.4	Pezoneras	59
4.2.5	Colectores	61
4.3	Calidad higiénica de las muestras de leche de los productores	62
4.3.1	Recuento total de bacterias aerobias mesófilas, (ufc/ml)	62
4.3.2	Recuento de células somáticas, (céls/ml)	65
5	CONCLUSIONES	71
		72
6	RESUMEN	73
	SUMMARY	74
7	BIBLIOGRAFIA	80
	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Número de CAL, productores y recepción de leche en los Centros de Acopio Lecheros del país	6
2	Estándares LA Unión Europea para la leche cruda	11
3	Bonificación o descuento según el esquema de pago Colun, considerando sólo variables de calidad higiénica, vigente a Sept. de 2001 (valor nominal)	12
4	Calidad higiénica de la leche obtenida en instalaciones de ordeño defectuosas, antes y después de unproceso de limpieza	33
5	Flujos de aire y diámetros para líneas de vacío en equipos de ordeña	42
6	Diámetro de las tuberías de una línea de leche simple y el número de unidades de ordeño sugerido	42
7	Capacidad de la bomba de vacío y potencia mínima requerida, según las unidades de ordeño	43
8	Valores de vacío registrados a nivel de la bomba y pezoneras de los equipos estudiados	54
9	Relación de pulsación de los equipos de ordeña estudiados (fase de ordeña y masaje)	56
10	Frecuencia de pulsación registrada en los equipos de ordeña estudiados	57

11	Recuento total de bacterias en muestras de leche, por quincenas y por productor (log ufc/ml)	62
12	Contenido promedio de bacterias aerobias mesófilas de la leche, desviación estándar, valores máximos y mínimos encontrados durante el período de estudio, por productor (log de ufc/ml)	64
13	Recuento de células somáticas en muestras de leche, por quincenas y por productor (cél./ml)	65
14	Contenido promedio de células somáticas de la leche, desviación estándar, valor máximo y mínimo encontrado durante el período de estudio, por productor (cél./ml x 1.000)	67

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Recepción de leche en planta entre 1990 y 2000.	4
2	Esquema tipo de un equipo de ordeña mecánica	17
3	Acción del vacío sobre la pezonera. Fase de ordeña y descanso	18
4	Corte longitudinal de una pezonera con sus respectivas partes	21
5	Esquema gráfico de las fases de ordeño y masaje con relación al vacío en un ciclo de pulsación	22
6	Comportamiento de los promedios ponderados de los recuentos de unidades formadoras de colonias (ufc) en los CAL de la Décima región durante los años 1998, 1999 y 2000	45
7	Porcentaje del volumen total de leche de los CAL de la Décima región que alcanzó bonificación o castigo por concepto de los recuentos de unidades formadoras de colonias (ufc/ml) en 1998 y el 2000	46
8	Comportamiento de los promedios ponderados de los recuentos de células somáticas en los CAL de la Décima región durante los años 1998, 1999 y 2000	47
9	Porcentaje del volumen total de leche de los CAL de la Décima Región que alcanzó bonificación o castigo por concepto de células somáticas en 1998 y el 2000	48

10	Evolución del recuento total de microorganismos en las muestras de leche durante el período de estudio, por productor (log ufc/ml)	63
11	Evolución del recuento de células somáticas en las muestras de leche por productor, durante el período de estudio	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Pauta de evaluación utilizada durante la visita inspectiva, para verificar el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña (control, chequeo y revisión)	81
2	Esquemas de pago de leche vigentes a Septiembre de 2001 (\$ por litro nominal), considerando sólo variables de calidad higiénica	88
3	Criterios que definieron las características de la pauta de evaluación (diagnóstico)	90
4	Resultados obtenidos por la aplicación de la pauta de evaluación en terreno	95
5	Análisis de varianza y pruebas de hipótesis específica para el contenido de unidades formadoras de colonias (log ufc/ml)	100
6	Análisis de varianza y pruebas de hipótesis específica para el contenido de células somáticas (cél./ml)	101

1 INTRODUCCION

En la producción de leche son muchos los productores que mantienen una actitud de mejoramiento y están constantemente buscando maneras de innovar, además de esta actitud, es necesario contar con capacidades reales de analizar cuidadosamente cada decisión desde la perspectiva de los costos y los beneficios que cada actividad significa. Todo esto obliga a empresarios, técnicos y productores a extremar sus esfuerzos para mejorar la gestión productiva.

Dentro de todas las variables productivas la mecanización de las labores de ordeña juega un rol importante al momento de aumentar la producción de leche a escala predial y a la vez mejorar la calidad de ésta desde el punto de vista higiénico, si bien esto es lo ideal, el proceso puede incidir negativamente si no es realizado tomando en cuenta buenas prácticas de manufactura, ya que un manejo descuidado y una inadecuada mantención del equipo tanto higiénica como mecánica, pueden incidir para que aumenten los recuentos microbiológicos, apareciendo además los típicos problemas de mastitis en el rebaño.

Una alta contaminación de la leche afecta negativamente su calidad, dificulta los procesos tecnológicos y repercute negativamente también en el precio pagado por las industrias lecheras a los productores. Este es un tema importante hoy en día en el país a nivel de los pequeños productores, los que en su mayoría venden su leche a las industrias a través de los Centros de Acopio Lecheros (CAL), ya que si bien es cierto han logrado mejorar la calidad higiénica de la leche, reflejada principalmente en la disminución de los recuentos

microbiológicos, ello no ha sido suficiente para alcanzar las fuertes exigencias impuestas por la industria.

Considerando que en este estrato de productores entre un 20 y un 30% posee equipos de ordeña y que aportan con más del 60% del volumen total de leche que cada CAL vende a la industria, es de interés conocer cual es el estado de funcionamiento de los equipos y cual es la calidad higiénica de la leche que producen estos productores.

Hipótesis: el mal manejo de los equipos de ordeña afecta negativamente la calidad higiénica de la leche.

El objetivo general de esta investigación fue describir el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña de siete productores asociados a un Centro de Acopio Lechero y evaluar la calidad higiénica de la leche de éstos a través del recuento total de bacterias (ufc/ml) y contenido de células somáticas (céls./ml).

Objetivos específicos:

- Evaluar el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña a través de la revisión y control de éstos, y compararlos con la normativa vigente.
- Determinar la calidad higiénica de la leche de los productores a través del recuento total de bacterias y contenido de células somáticas.
- Determinar si existen diferencias en la calidad higiénica de la leche entre los meses de muestreo y entre los distintos productores, considerando el recuento total de bacterias mesófilas y el de células somáticas.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Estado del sector lechero en Chile

En la actualidad los productores lecheros en Chile atraviesan por serias dificultades debido a la baja sostenida los últimos años en los precios que reciben por la venta de su leche. Pese a que se han hecho inversiones para mejorar la calidad de la materia prima, les ha sido difícil en el corto plazo recuperar tal capital con el precio que obtienen por la leche (AGROANÁLISIS, 2001).

Las causas de esta situación radicarían en dos factores: primero, que dentro del mercado nacional existe un número limitado de poderes compradores, entre ellos Nestlé, Soprole, Parmalat, Loncoleche y Colun, los que compran la leche de los 23.000 productores lecheros, transformándose en un mercado oligopsónico. De este total de productores, 4.000 producen el 88% de la recepción nacional de leche y 19.000, el 12% restante, lo que significa que la gran mayoría (prácticamente todos pequeños productores) sufren la consecuencia de la baja de precios producida en los últimos años. El segundo factor a considerar es que en un porcentaje no menor, algunas empresas han estimulado el ingreso de leche y productos lácteos internacionales subsidiados, produciendo una fuerte competencia con los productos nacionales. Esta situación ha afectado de manera notoria a los pequeños productores, muchos de los cuales han tenido que salir del negocio lechero (AGROANÁLISIS, 2001).

2.2 Recepción nacional de leche a nivel de la industria en Chile

En la FIGURA 1 se muestra la recepción de leche en planta para el período comprendido entre los años 1990 y 2000. Se puede apreciar el aumento progresivo que ha tenido la recepción de leche en las plantas del país en los últimos ocho años, con una leve disminución en los años 1999 y 2000, con respecto a 1998. Sin embargo, en la Décima Región la situación se ha mantenido presentándose una variación de prácticamente 0% respecto a los últimos dos años.

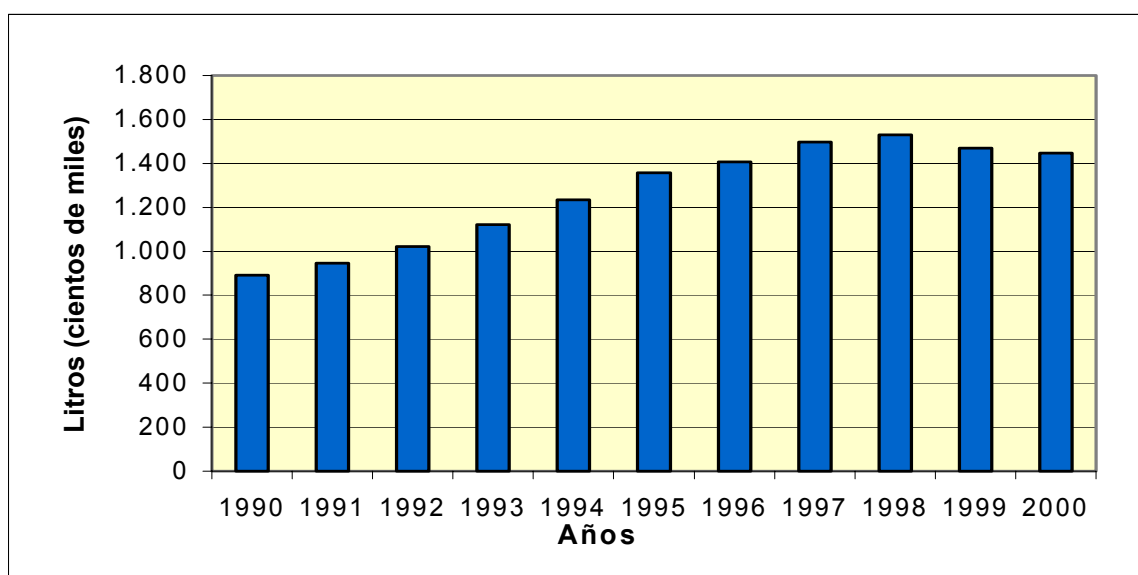


FIGURA 1 Recepción de leche en planta entre 1990 y 2000.

FUENTE: CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA), (2001)*.

La recepción de leche en Chile llegó a un récord histórico en 1998 alcanzando los 1.530 millones de litros, de los cuales la Décima Región contribuyó con el 65,7% (CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA), 2001)*.

* <http://www.odepa.gob.cl/cifras>

2.3 Centros de Acopio Lechero (CAL)

Un Centro de Acopio Lechero es una empresa, la cual está formada por pequeños productores, cuya función principal es la de asegurar una participación activa en la oferta de leche (HEIMLICH y CARRILLO, 1995).

Los Centros de Acopio Lecheros fueron concebidos como apoyo para los pequeños productores de leche. Se desarrollaron y nacieron a fines de 1983 y comienzos de 1984 a partir de proyectos financiados por el Ministerio de Agricultura, la Corporación de Fomento de la Producción y empresas lecheras de la zona sur de Chile. Su número creció significativamente a partir de 1992, año en el cual el apoyo del Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y pequeñas empresas asociativas campesinas hicieron masiva la construcción de los CAL (CARRILLO y VIDAL, 1999).

La inquietud e interés de asociación por parte de los pequeños productores para enfrentar con un mayor volumen el mercado y poder acceder a los mismos beneficios que accedían los productores "grandes" permite que en la actualidad se encuentren operando 135 CAL en el país, 69 de ellos en la Décima Región (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP), 2000).

Un Centro de Acopio debe traer beneficios económicos y sociales tanto para el grupo de productores como para la empresa lechera. Las actividades de un CAL incluyen la recolección de leche de los productores, la inspección de la leche recepcionada, la cuantificación y registro de su volumen, el enfriamiento y finalmente su almacenamiento hasta el momento en que es retirada por la empresa lechera. Para cumplir estas actividades básicas, el CAL dispone de facilidades para recolectar la leche de los predios, tarros lecheros e infraestructura para su limpieza e higienización (CARRILLO y VIDAL, 1999).

En el CUADRO 1 se muestra un resumen de la distribución de los Centros de Acopio del país, el número de socios y su contribución en la entrega de leche.

CUADRO 1 Número de CAL, productores y recepción de leche en los Centros de Acopio Lecheros del país.

Región	Nº CAL	Socios	Recepción anual (litros)
V	3	43	1.251.131
VI	0	0	0
VII	10	96	1.855.862
VIII	23	85	5.622.540
IX	14	258	6.094.960
X	69	2.495	52.441.903
R.M.	16	134	6.508001
TOTAL	135	3.111	73.774.397

FUENTE: CHILE, INDAP (2000).

Respecto al número de CAL, del CUADRO 1 se deduce que la Décima Región es la más importante, ya que en ésta se concentra la mayor cantidad de estas organizaciones (51%), las que el año 2000 aportaron el 72 % de la leche recepcionada en los CAL del país, encontrándose en ellas el 80 % de los productores que participan en el mercado lácteo a través de estas unidades.

A su vez, en la Décima Región se concentra el 83,5% de los pequeños productores de leche, los cuales producen menos de cien mil litros al año. Como contraparte también concentra al 56% de los productores que producen más de un millón de litros (ANRIQUE, 1999).

Los 69 CAL de la Décima Región, en su conjunto, recepcionaron durante el primer trimestre del año 2001 un volumen de 22.200.000 litros aproximadamente, representando un 8,5 % de la recepción total de la región (CARRILLO y VIDAL, 2001).

2.4 Calidad de leche

La calidad de la leche cruda según SOKOLOW *et al.* (1980), es el conjunto de características que determinan su grado de idoneidad para los fines previstos de tratamiento y empleo. Se trata de un heterogéneo complejo de factores con influencia sobre las propiedades nutritivas, tecnológicas e higiénicas.

Según CHILE, MINISTERIO DE SALUD (2000), la leche, sin otra denominación, se define como el producto de la ordeña completa e ininterrumpida de vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro, cuyas características deben ser las siguientes:

- presentar caracteres organolépticos normales
- estar exenta de materias extrañas
- peso específico: 1,028 a 1,034 g/ml a 20°C
- índice crioscópico: -0,53 a -0,57 ° "horvet" ó -0,512 a -0,550°C
- pH: 6,6 a 6,8
- sólidos no grasos: 82,5 gramos por litro, como mínimo
- exenta de antisépticos, antibióticos y neutralizantes. Los residuos de plaguicidas y otras sustancias nocivas para la salud no deberán exceder los límites establecidos por el ministerio de salud
- sus requisitos microbiológicos y su contenido de materia grasa, serán los que determine el reglamento en cada caso

ALAIS (1985), indica que la noción de calidad en leche puede establecerse sobre dos bases: composición y calidad bacteriológica. De forma general puede decirse que, cuanto más rica es una leche en sus principales componentes, mejor es su calidad. En cuanto a la calidad microbiológica, el mismo autor señala que higiénicamente, la leche debe ser sana, es decir no debe contener gérmenes patógenos, y técnicamente, debe poseer una microflora inocua lo más reducida posible, sobre todo en lo que se refiere a los grupos de gérmenes que

muestran una actividad acusada en las condiciones habituales: acidificantes, productores de gas y de sustancias viscosas, proteolíticas, etc.

Por otra parte KRUZE (1998), señala que la calidad nutricional o composicional se refiere principalmente al contenido de materia grasa, proteína y lactosa, mientras que la calidad higiénica tiene relación con el contenido microbiano y de sus productos metabólicos en la leche cruda como consecuencia de una infección intramamaria o de la contaminación sufrida durante el proceso de extracción y almacenamiento de la leche.

El mismo autor indica que aparte del recuento de células somáticas, con el cual es posible evaluar indirectamente el grado de inflamación intramamaria (mastitis), el recuento total de bacterias permite evaluar las condiciones higiénicas de extracción, almacenamiento y transporte de la leche.

HEIMLICH y CARRILLO (1995), señalan que el parámetro de calidad más importante a considerar es la calidad microbiológica de la leche. Esta se expresa como la cantidad de bacterias por ml de leche, sin embargo, el recuento de células somáticas también es tomado por las industrias lecheras como un indicador de calidad higiénica que refleja el estado de salud de la ubre del animal.

HEESCHEN (1998), plantea que los principales criterios para la leche (y los productos lácteos) de alto valor higiénico son: bajos recuentos de microorganismos saprófitos, ausencia o muy bajos recuentos de microorganismos patógenos, incluidos los de mastitis, ausencia de residuos debido a las medidas profilácticas y de control de la mastitis, y reducción o minimización de contaminantes, transferidos desde los alimentos.

Desde el año 1997 en adelante, el tema de la calidad higiénica de la leche a nivel de los pequeños productores y de los Centros de Acopio Lecheros ha estado en permanente discusión, debido a que en varios CAL ha disminuido la calidad higiénica de la “leche estanque”, y en otros pese a haber mejorado, los niveles alcanzados no han sido los suficientes para cumplir con las exigencias de las industrias (CARRILLO y VIDAL, 1999).

Por otra parte, las industrias lecheras han modificado los esquemas de pago, incorporando bonificaciones o descuentos por litro de acuerdo al contenido de distintos rangos de unidades formadoras de colonias (ufc/ml) y de células somáticas (céls./ml) (CARRILLO y VIDAL, 1999).

2.5 Esquemas de pago de leche por calidad

ALAIS (1985), señala que hasta hace pocos años, el precio de la leche se establecía sobre la base del volumen o peso, como si su composición fuese constante y su calidad invariable. Esta forma de evaluación no solamente es injusta, sino que puede tener consecuencias nefastas:

- sobre la selección bovina: búsqueda de animales de elevada producción sin tener en cuenta la riqueza de la leche
- sobre la calidad bacteriológica media de la leche: negligencia del productor, que no es sancionado o recompensado; falta de interés para seguir el progreso técnico

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL) (1990), señala que cada industria ofertará distintos precios a pagar y tendrá sus propias exigencias, dependiendo de los productos que elaboren.

Los esquemas de pago al productor de acuerdo a la calidad de la leche recepcionada en planta han sido efectivos para mejorarla. Estos esquemas pueden ser implementados ya sea por iniciativa de organizaciones de productores o por ley (IDF/FIL, 1998).

Dentro de los esquemas, el primer parámetro que se introduce es generalmente la calidad composicional, por ejemplo el contenido de materia grasa. Actualmente, en la mayoría de los países es frecuente la determinación y pago por contenido de materia grasa y proteína, y en algunos países como Canadá y Zimbabwe también por el contenido de lactosa (IDF/FIL, 1998).

Los estándares de calidad higiénica incorporados en los esquemas de pago en Europa tuvieron su origen en la legislación de la Unión europea (UE). La última normativa sobre calidad higiénica para leche cruda entregada en planta comenzó a regir en 1992, Normativa (UE 92/46); ampliando a la anterior de 1989. En esta normativa se cubren todos los aspectos de producción, procesamiento y comercialización de la leche desde el productor hasta el consumidor, estableciendo requerimientos higiénicos para todos los tipos de leche y productos lácteos. Para la Unión Europea y para el mercado nacional como internacional esta normativa se encuentra actualmente vigente e incluso estaría en pocos años implementada en la totalidad de los países de la Comunidad Económica Europea (BOOTH, 1998).

En el CUADRO 2 se pueden ver los estándares de recuentos bacterianos en placa y recuento de células somáticas según la Normativa 92/46.

CUADRO 2 Estándares de la Unión Europea para la leche cruda

Parámetro	Para leche fluida
Unidades formadoras de colonias (ufc/ml)	≤ 100.000
Recuento de células somáticas (céls./ml)	≤ 400.000

FUENTE: BOOTH (1998).

Es importante hacer notar que la normativa de la Unión Europea establece estándares mínimos de aceptabilidad de la leche y la falta de cumplimiento de estos parámetros significa rechazo de la leche en lugar de un menor precio al productor. En la Comunidad Económica Europea existe una bonificación en US\$ si tanto el recuento de células somáticas y el recuento bacteriano total se mantienen en la categoría de calidad superior durante todo el año (BOOTH, 1998).

En el otro extremo del espectro, existen algunos productores que constantemente producen leche de mala calidad higiénica. La mayoría puede mejorar la calidad con una adecuada asesoría, y los castigos progresivos los obligará a tener una asesoría permanente. Dentro de la Comunidad Económica Europea la última sanción es prohibir la entrada al mercado de la leche de más baja calidad (BOOTH, 1998).

En Chile el sostenido incremento en la producción observado en los últimos años, motivó a las principales plantas lecheras a implementar voluntaria e independientemente diversos esquemas de pago por calidad higiénica, introduciendo el recuento bacteriano total como parámetro de calidad bacteriológica en reemplazo del test de reductasa, y el recuento electrónico de células somáticas en vez del test del viscosímetro. Actualmente se toman aparte de la calidad higiénica, la calidad composicional, estacionalidad y volumen fijando para cada variable distintos rangos afectos a bonificación o castigo por litro de leche (KRUZE, 1998).

En el CUADRO 3 se observa el esquema de pago vigente a Septiembre de 2001 de la empresa Colun Ltda., considerando solamente las variables de calidad higiénica, unidades formadoras de colonias (ufc/ml) y recuento de células somáticas (céls./ml). A esta empresa le vende la leche el Centro de Acopio Pumol en su calidad de cooperado, desde 1996; CAL al que los productores motivo del estudio venden su leche.

CUADRO 3 Bonificación o descuento según el esquema de pago Colun, considerando sólo variables de calidad higiénica, vigente a Sept. de 2001 (valor nominal).

Unidades Formadoras de Colonias		Recuento de Células Somáticas	
Rango (ufc/ml)	Bonificación o descuento	Rango (céls./ml)	bonificación o descuento
0 a 20.000	\$ 8,5/Lt.	0 a 250.000	\$ 8,5/Lt.
20.001 a 50.000	\$ 6,5/Lt.	250.001 a 400.000	\$ 3,5/Lt.
50.001 a 200.000	\$ 3,5/Lt.	400.001 a 600.000	\$ 0/Lt.
200.001 a 400.000	\$ 0/Lt.	600.001 a 750.000	- \$3,5/Lt.
Más de 400.000	- \$2,5/Lt.	Más de 750.000	- \$17/Lt.

FUENTE: elaboración propia a partir de esquema de pago de la industria Colun.

Se observa en primer término que cuando la leche clasifica en el rango de 0 a 200.000 ufc/ml se pueden percibir bonificaciones por concepto de calidad microbiológica, la bonificación es mayor mientras menor sea el recuento de unidades formadoras de colonias. Así mismo, el descuento máximo por unidades formadoras de colonias es de \$ 2,5 por litro, valor que se aplica a todas las leches con recuentos superiores a 400.000 ufc/ml. El máximo de descuento por concepto de células somáticas es de -\$ 17 por litro. Esto da a entender que la industria lechera Colun es muy exigente y está haciendo hincapié sobre todo en el control de la mastitis en los predios, lo que se refleja en los altos descuentos a la leche con elevados contenidos de células somáticas.

En el ANEXO 2 se muestran los distintos esquemas de pago vigentes a Septiembre de 2001, considerando solamente variables de calidad higiénica, para diferentes industrias procesadoras de leche.

2.6 Fuentes de contaminación de la leche

Una tarea constante es la de evitar la contaminación de la leche, tanto en el interior de la glándula mamaria, como en el manejo de la ordeña, transporte, recepción y elaboración de productos (CARRILLO y VIDAL, 1999).

Lo anterior implica un adecuado manejo sanitario. Un bajo recuento total inicial implica evitar o reducir las fuentes de contaminación, es decir el traspaso de bacterias desde zonas o superficies altamente contaminadas a la leche (utensilios para ordeña, ubre de la vaca, equipo de ordeña, tarro lechero, operario, ordeñador, etc.) (HEIMLICH y CARRILLO, 1995).

SUMNER (1996), indica que las fuentes de contaminación de la leche pueden ser clasificadas en el siguiente orden de importancia:

- dentro de la ubre (principalmente mastitis)
- superficie externa de los pezones y ubres de la vaca
- equipo de ordeña y estanque de almacenamiento

PONCE DE LEÓN (1993), señala que los microorganismos en la leche cruda provienen de varios orígenes, como:

.- Interior de la ubre:

- Gérmenes establecidos en el canal del pezón
- Causada por enfermedades (mastitis)

.- Exterior de la ubre:

- Suciedad inicial (estiércol, polvo etc.)
- Agua contaminada residual de las operaciones de limpieza de la sala de ordeño

.- Ambiente durante el ordeño y/o almacenamiento:

- Aire
- Agua de limpieza
- Ordeñador
- Insectos

.- Máquina de ordeño:

- Acumulación de suciedad en distintas partes
- Superficies sucias, contaminadas y desgastadas

.- Tanque de refrigeración:

- Acumulación de suciedad en distintas partes
- Superficies sucias y contaminadas

2.7 La ordeña

PHILPOT y NICKERSON (1992) y ALAIS, (1985), señalan que para el ordeño manual o mecánico, deben observarse rigurosamente varias condiciones para responder a los siguientes fines: producir una leche de buena calidad, favorecer la eyección de la leche y no lesionar la mama.

Los mismos autores señalan que en sus aspectos fisiológicos las condiciones de un buen ordeño son:

2.7.1 Higiene. Ordeñador con buena salud, vestimenta limpia y con manos recién lavadas; ordeñadora mecánica perfectamente limpia; local limpio y atmósfera sin polvo.

2.7.2 Ambiente apacible. La vaca es un animal de temperamento calmo, todo aquello que altera la tranquilidad puede provocar estímulos inhibidores en la eyección de la leche.

2.7.3 Masaje manual de la ubre. Este favorece la producción de oxitocina. El masaje debe adaptarse al animal. Una preparación insuficiente de la mama origina la detención del flujo inicial de la leche al cabo de uno o dos minutos, y es necesario un nuevo estímulo para poder obtener una segunda descarga de oxitocina, lo que debe evitarse pues se reduce la eficacia del ordeño y aumenta su duración total.

2.7.4 Rapidez. La acción de la oxitocina es fugaz y el ordeño debe realizarse como máximo en 5 minutos; cuando es muy largo, la eficacia disminuye y la pezonera sube por el pezón y puede provocar lesiones ya que el tiempo de ordeña es variable de un individuo a otro.

2.7.5 Ordeño indoloro. El ordeñador debe actuar suavemente, pues si la vaca sufre, tiene tendencia a retener leche. La mama es un órgano frágil, una máquina mal regulada puede provocar lesiones.

2.7.6 Equilibrio de la ubre. Es excepcional que los cuartos anteriores y posteriores produzcan la misma cantidad de leche. Casi siempre producen menos leche los anteriores y son los que primero se vacían (35 a 45% del ordeño). Con el fin de no prolongar en demasía la influencia de la succión sobre los cuartos vacíos, es importante para el ordeño mecánico que la ubre esté lo más equilibrada posible. Este carácter es hereditario y en las grandes razas

productoras la leche está mejor repartida en los cuartos que en las razas rústicas.

2.7.7 Sustitución del ordeñador. La sustitución del ordeñador habitual tiene con frecuencia un efecto desfavorable. Se sabe que la descarga de oxitocina se provoca por las excitaciones mamarias, y por ello inevitablemente se establece cierta rutina, con lo que el animal se condiciona a ciertos estímulos.

2.8 Ordeña mecánica

2.8.1 Aspectos generales. La ordeñadora mecánica juega un rol importante en las labores de obtención de leche en el predio. Sin embargo, se debe recordar que esta máquina es uno de los pocos dispositivos que tiene contacto directo con el tejido del animal. La operación de ordeño resulta poco cómoda para la vaca cuando el equipo de ordeña se encuentra en estado defectuoso o cuando las técnicas no son bien llevadas a cabo (GARLAND, 1991)*.

Consecuentemente, antes que se inicie la ordeña de una vaca, el ordeñador debería entender las nociones básicas de operación del equipo de ordeña y comprender completamente el significado de la mantención en buenas condiciones del equipo y el empleo de buenas técnicas de ordeña en todo momento.

Los sistemas de ordeño están disponibles en diferentes diseños y tamaños para satisfacer las necesidades de los productores, sin embargo todos poseen los mismos componentes básicos, esto incluye: un sistema de vacío, sistema de pulsación y un sistema de remoción de leche (O'CALLAGHAN, 1996).

*GARLAND G. 1991. [http:// www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm)

Un esquema tipo de equipo de ordeña es el que aparece en la FIGURA 2. Allí se puede apreciar que éste cuenta con una bomba y un regulador de vacío, trampa de vacío, vacuómetro, pulsador, línea de vacío, tubo de vacío, tubo largo de pulsación y de leche, pezoneras o unidades de ordeño y tarro receptor.

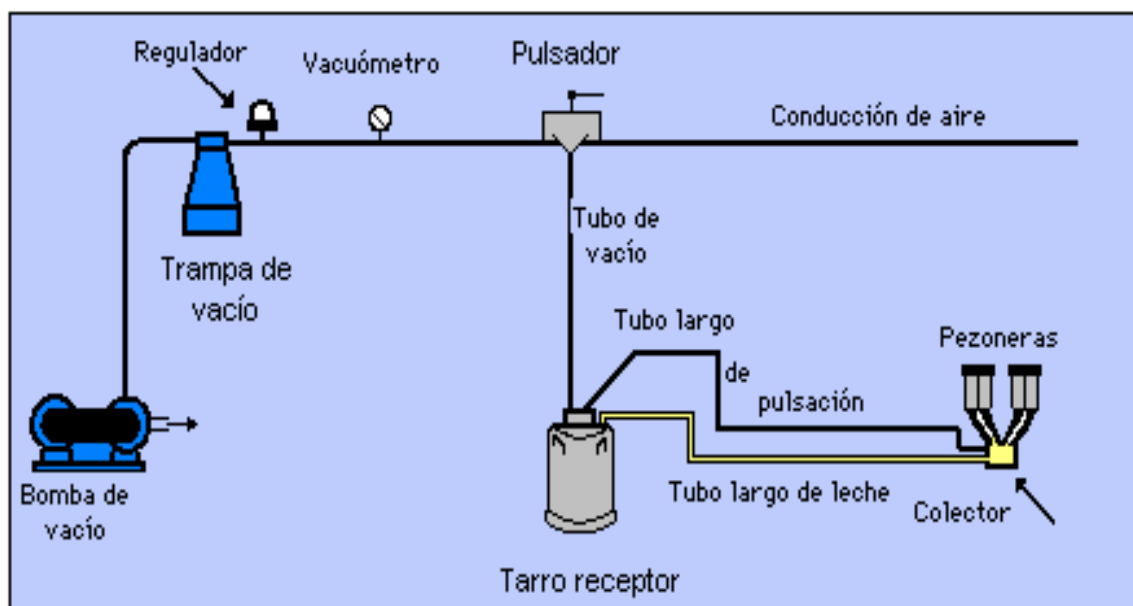


FIGURA 2 Esquema tipo de un equipo de ordeña mecánica.
FUENTE: WATTIAUX, (2000)*.

Cabe mencionar que generalmente los pequeños productores poseen equipos de estas características, es decir con ordeña directa a tarro, sin línea de leche y con un número de unidades de ordeña que fluctúan entre 2 y 6. El funcionamiento de una máquina de ordeña está basado exclusivamente en el vacío. La parte de goma que se pone en contacto con el animal para el ordeño es la vaina de goma de la pezonera. (MILKING MACHINE MANUFACTURERS COUNCIL (MMMC),1993; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 1981).

* WATTIAUX M. 2000. http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/pdf/21_s.pdf.

En la FIGURA 3 se puede observar un corte transversal de una pezonera y se indica como actúa el vacío en la fase de ordeño y la fase de descanso.

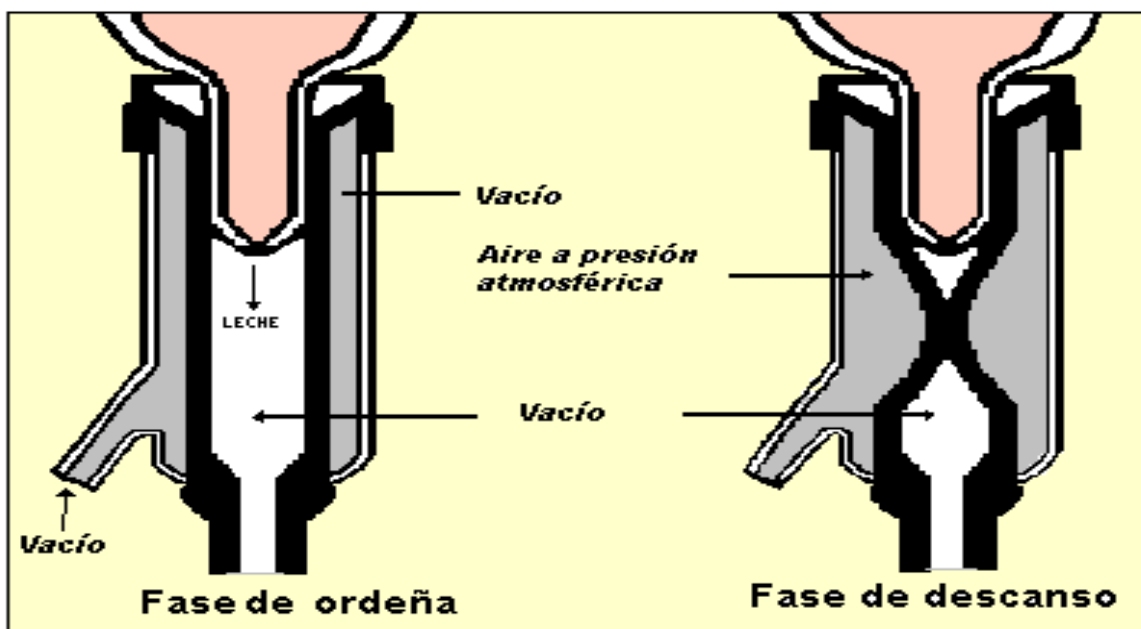


FIGURA 3 Acción del vacío sobre la pezonera. Fase de ordeña y descanso. FUENTE: MMMC, (1993).

Durante la succión, en la boca del ternero se forma vacío. Análogamente, en el interior de la pezonera, o sea sobre el pezón, se forma una depresión o vacío que tiene un valor medio ligeramente diferente entre fabricantes de ordeñadoras mecánicas el que se expresa principalmente en kilopascales (KPa) (GARLAND, 1991)*.

2.8.2 Componentes del sistema de vacío. MMMC (1993) y FAO (1981); señalan que los componentes del sistema de vacío son:

.- Bomba de vacío: su función es la de extraer el aire del equipo en forma continua, de modo que genere vacío a un nivel constante.

* GARLAND G. 1991. [http:// www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm)

.- Trampa de vacío: este dispositivo en los equipos de ordeña, cumple con el importante papel de preservar a la bomba de vacío de la entrada de líquidos, permitiendo que éstos se depositen ahí cuando entran a la línea de vacío. Estos depósitos, si no son eliminados constituyen además de una fuente de malos olores, un foco de contaminación debido a su descomposición la cual puede llegar a la leche.

.- Reserva de vacío: recipiente que se encuentra sobre la línea de vacío y su función es actuar como reserva de vacío ante entradas de aire al sistema, como por ejemplo en las caídas de las pezoneras durante el ordeño.

.- Regulador de vacío: es una válvula montada sobre la línea de vacío, cuya función es mantenerlo constante ante fluctuaciones. Si el equipo produce más vacío que el necesario la válvula se abre y hace ingresar aire consumiendo el vacío sobrante.

.- Vacuómetro: indica el nivel de vacío con que trabaja el equipo.

.- Línea de vacío: es el conjunto de ductos o cañerías que unen a los pulsadores y al tarro receptor, con la bomba de vacío. Su función es la de conducir el aire desde ellos, hacia la bomba.

2.8.3 Componentes del sistema de leche. En cuanto al sistema de leche, éste tiene como función conducirla desde la ubre de la vaca hasta el tarro o unidad final; este sistema está compuesto por:

2.8.3.1 Línea de leche. Es una cañería cuya función es conducir aire y leche, simultáneamente, uniendo los distintos puntos de ordeño con el tarro receptor o unidad final. En un equipo fijo de varias unidades de ordeño, la línea de leche debe tener una pendiente del 1%, es decir por cada metro que la línea se aleja

del tarro receptor, debe haber una inclinación de 1 cm. La línea de leche debe ser recta, a fin de favorecer el flujo laminar de leche, evitar pérdidas por fricción, debe también tener la menor cantidad de codos y elevaciones. En cuanto a la altura, existen dos tipos, la alta, cuya altura no debe sobrepasar los 2 metros del suelo donde están paradas las vacas, y la baja la cual va pegada a la pared del foso de ordeña por debajo de las patas de la vaca. La ventaja con relación a la alta es la de disminuir las fluctuaciones de vacío.

2.8.3.2 Unidad de ordeño. Es el conjunto formado por los tubos largos y cortos de leche y pulsación, a éstos se suma el colector, pezonera y pulsador (FAO, 1981).

- Tubo largo de leche: se trata de un tubo flexible, que traslada la leche y el aire, desde el colector de la pezonera, hasta la línea de leche (MMMC, 1993; GARLAND, 1991*; FAO, 1981).
- Colector: su función es coleccionar la leche extraída de cada pezón, para desviarla al sistema de transporte (línea de leche), a través del tubo largo de leche (MMMC, 1993; GARLAND, 1991*; FAO, 1981).
- Pezoneras: son cuatro, una para cada pezón. Su función es la de aspirar la leche y dar masaje al pezón. Su forma es similar a un tubo o cubilete metálico, cubierto por dentro por una vaina de goma y unido también por un tubo de goma a un pulsador (MMMC, 1993; GARLAND, 1991*; FAO, 1981).

* GARLAND G. 1991. [http:// www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm)

En la FIGURA 4, se puede observar el corte longitudinal de una pezonera con sus respectivas partes.

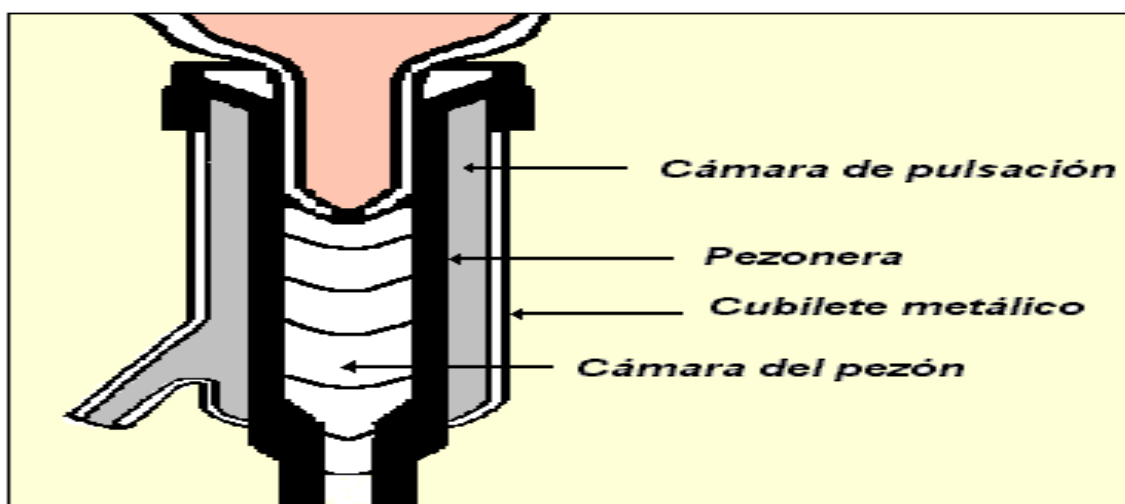


FIGURA 4 Corte longitudinal de una pezonera con sus respectivas partes.

FUENTE: MMMC, (1993).

- Pulsador: la función del pulsador es crear alternativamente en la cámara de aire una fase de vacío (fase de ordeño) seguida por una fase de presión atmosférica (fase de masaje), de igual duración (MMMC, 1993; GARLAND, 1991*; FAO, 1981).

Algunos términos relacionados al pulsador son los siguientes:

Ciclo de pulsación: que se refiere al tiempo total en segundos en que el pulsador toma para completar una fase de ordeño y una de masaje.

Razón de pulsación: que es la medida de tiempo en que el pulsador se encuentra en la fase de ordeño, comparado con su fase de masaje en un mismo ciclo, y se mide en porcentajes. Existen pulsadores con relación de 50/50, lo

* GARLAND G. 1991. [http:// www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/89-103.htm)

cual indica que el tiempo destinado al ordeño, es igual al tiempo destinado al descanso o masaje, también existen con relación 60/40, 70/30, etc. (MMMC,1993; FAO,1981).

Frecuencia de pulsación: que se refiere al número de ciclos de pulsación por minuto. Se recomiendan frecuencias de pulsación de entre 50 a 70 ciclos por minuto, por debajo de estas frecuencias la velocidad de ordeña disminuye y por encima de este nivel, la entrada de aire al sistema y el vacío se hacen excesivas pudiendo favorecer la contaminación de la leche por microorganismos externos presentes en el ambiente (IDF/FIL, 1999; MMMC, 1993).

En la FIGURA 5 se puede ver gráficamente el comportamiento de un ciclo de pulsación y como operan las fases de ordeño y masaje con relación a la presión de vacío.

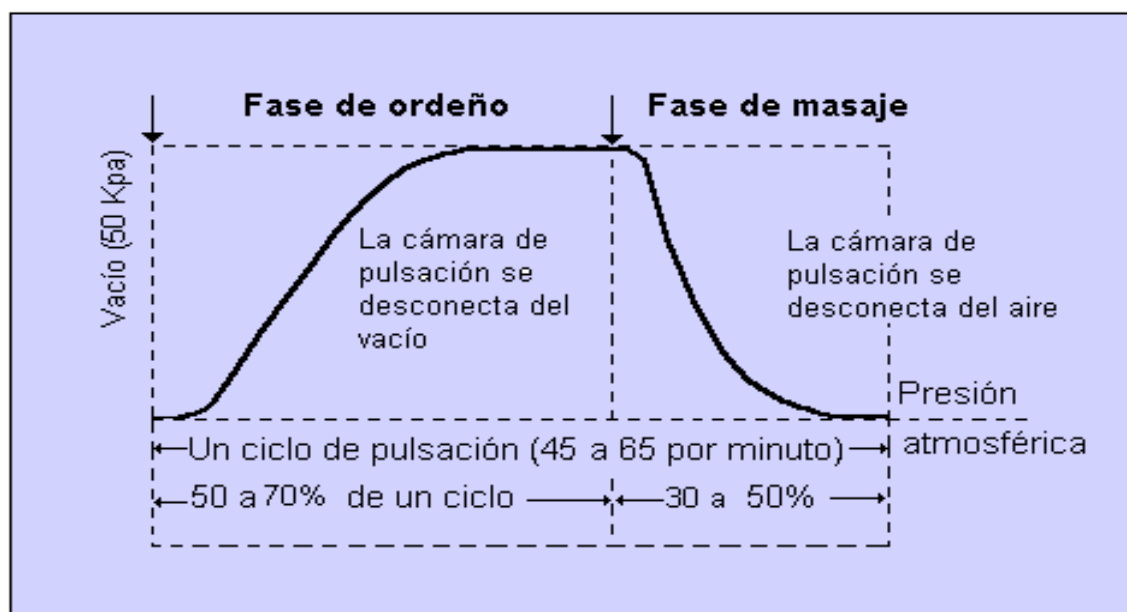


FIGURA 5 Esquema gráfico de las fases de ordeño y masaje con relación al vacío en un ciclo de pulsación.

FUENTE: MMMC, (1993).

La fase de ordeña, aspiración o depresión, corresponde a la succión del ternero, esto es el paso de la leche desde las cisternas mamarias y del pezón a la cavidad bucal del ternero. De forma similar, en la ordeñadora mecánica, el vacío sobre la punta del pezón y en el interior de la pezonera es equivalente y la vaina de goma deja libre al pezón y es atraída hacia la pared metálica del tubo ordeñador. Por esta depresión o vacío se efectúa el paso o absorción de la leche desde las cisternas mamarias del pezón al interior de la goma pezonera, de la cual, por medio de la manguera de leche, ésta es transportada al tarro receptor de leche o unidad final (MMMM,1993; FAO,1981; GRIGNANI,1970).

La segunda fase está caracterizada por una introducción de aire, por medio del pulsador, en el espacio existente entre la vaina de goma y el tubo metálico de la pezonera, lo cual anula el vacío existente allí en la fase anterior. A consecuencia de esto la vaina de goma es atraída contra el pezón y su esfínter (por el vacío constante existente entre el pezón y su esfínter), interrumpiéndose la acción succionadora y ejerciendo sobre dicho pezón una ligera presión en su parte alta, que estimula y restablece la circulación, interrumpiendo el acumulo de sangre sobre la punta del mismo. La rítmica alternancia de estas acciones, con una breve pausa de relajamiento que facilita a la sangre circular por los tejidos del pezón, permite que la cisterna del mismo se replete de leche (MMMM,1993; FAO,1981; GRIGNANI,1970).

2.8.4 Aspectos técnicos del equipo de ordeña que pueden afectar la salud de la ubre. Son diversas las variables que afectan la salud de la ubre y que tienen directa relación con el equipo de ordeña mecánica.

2.8.4.1 Nivel de vacío. Todas las ordeñadoras trabajan con un diferencial entre la presión interna de la ubre y la presión atmosférica, se deben considerar que cambios en la operación parcial del vacío tendrán efecto en la razón de flujo. La mayoría de las máquinas de ordeña funcionan con un vacío entre los 40 y 50

KPa. Un correcto nivel de vacío es esencial para el buen funcionamiento del equipo de ordeño (MMMC, 1993).

Según MORTEN (1998), un incremento en el nivel de vacío afecta principalmente al flujo de la leche. En este sentido indica que si bien se produce una salida más rápida de la leche desde el canal interno de la ubre a la máquina de ordeño, también se produce un agotamiento más rápido, cerrándose la cisterna mamaria y quedando dentro de la ubre leche residual que no puede ser evacuada. A la vez puede producirse una subida de las pezoneras bloqueando el flujo de leche. Este incremento en el nivel de vacío puede afectar también la condición de la ubre; en tal sentido un alto vacío produce más erosión y una ubre erosionada es un factor de predisposición a mastitis.

Por su parte, GRIGNANI (1970), señala que si el vacío es muy bajo, se puede producir la caída o desprendimiento de la unidad de ordeño, al no haber suficiente succión, entrando aire al equipo, el cual puede contaminarlo y bajar la calidad de la leche ordeñada causando a la vez una caída de la presión de vacío de ordeña. Un vacío muy bajo también puede generar un ordeño más lento, ya que el canal del pezón no alcanza a abrirse totalmente por efecto del bajo diferencial de presión, por lo tanto no fuerza lo suficiente la salida de la leche.

2.8.4.2 Estabilidad del vacío. Un vacío estable sobretodo debajo de la ubre al momento de la ordeña, aparece como un factor importante en la prevención de la mastitis. Sin embargo ocurren variaciones de vacío y fluctuaciones inherentes a la acción del pulsador. Estas se pueden deber a entradas o salidas repentinas de aire en la unidad de ordeño, que pueden acarrear patógenos dentro de la ubre, sobre todo en el momento de colocación de las pezoneras, por lo mismo, toda la suciedad y las gotas de agua residual (sucias o contaminadas) de las operaciones de limpieza, pueden pasar al interior de la ordeñadora y mezclarse con la leche (PONCE DE LEON, 1993).

2.8.4.3 Pulsación. La función del pulsador aparte de dar la alternancia entre la presión de vacío y la presión atmosférica, es la de prevenir dolor y daño en la ubre. Si éstas están expuestas continuamente al vacío, la sensación de dolor producto de la interrupción continua de la circulación sanguínea, inevitablemente afectará la eyección de la leche de forma negativa (MORTEN,1998; MMMC,1993; FAO,1981).

2.8.5 Rutina de ordeño. Según ALAIS (1985), el uso de una rutina de ordeño adecuada, la actitud positiva del ganadero y un ambiente limpio y tranquilo son imprescindibles para minimizar el riesgo de mastitis y maximizar la producción de leche de buena calidad. Una buena rutina de ordeño debe considerar los siguientes aspectos:

2.8.5.1 Ambiente limpio y poco estresante. Es importante ser rutinario en las horas y la forma de conducir a los animales a la sala de ordeño. Las vacas estresadas antes del ordeño pueden alterar la bajada de la leche a pesar de que la rutina sea adecuada. Las hormonas que se liberan al torrente circulatorio durante la reacción al estrés interfieren con la eyección de la leche. Si el ambiente en el que se ordeñan las vacas provoca estrés, aumenta el riesgo de incidencia de mastitis. La eliminación de los pelos de la ubre reduce la cantidad de suciedad y heces adheridas que pueden contaminar la leche. La ubre con pelos largos es más difícil de limpiar y secar, y el ordeño con pezones húmedos o sucios aumenta el riesgo de contaminación bacteriana en la leche y la probabilidad de mastitis. Antes de iniciar el ordeño, las manos deben lavarse con jabón y agua, y secarse. Unas manos limpias, secas y sanas minimizan la transmisión de microorganismos causantes de mastitis entre animales (PHILPOT y NICKERSON, 1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.2 Examen de la leche y la ubre para detectar indicios de mastitis. La mastitis puede detectarse a través del examen físico de la ubre y la obtención de

un poco de leche de cada uno de los pezones. Esta actividad debe realizarse en cada vaca y ordeño, y la leche extraída debe recogerse en una paleta de reactivos y examinarse para detectar la presencia de coágulos, leche cortada, o con mal olor y otras alteraciones. Las paletas de reacción deben limpiarse y desinfectarse entre cada ordeño para evitar la transmisión de mastitis entre animales. Nunca debe examinarse la leche en la mano del ordeñador, ya que supone un elevado riesgo de transmisión de mastitis entre vacas (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.3 Lavado de pezones. Un método común para la preparación de la ubre para el ordeño es el uso de las mangueras y las manos para eliminar la suciedad, pero se recomienda mojar únicamente los pezones, ya que mojar toda la ubre dificulta el secado adecuado previo a la colocación de la máquina de ordeño. El ordeño con ubres o pezones mojados aumenta el riesgo de mastitis y el número de microorganismos en la leche. El tiempo de secado previo a la entrada en la sala de ordeño es crítico. Una vez que los animales ya han entrado en la sala de ordeño, deben utilizarse toallas de papel individuales para finalizar el secado de los pezones.(PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.4 Uso de una solución adecuada de dipping. Estas normas ayudan a minimizar el riesgo de nuevas infecciones, ayudan al proceso de estimulación de la ubre y mejoran la calidad de la leche ordeñada. El uso de un cubo con una solución limpiadora y toallas individuales es necesario. Las toallas de papel individuales son preferibles a las esponjas o paños de tela, ya que éstas últimas aumentan el riesgo de transmisión de enfermedades. El uso de un baño de pezones previo al ordeño es una alternativa atractiva que sólo debe usarse en aquellos rebaños en las que la ubre llega a la sala del ordeño relativamente limpia. La solución limpiadora debe cubrir toda la longitud del pezón y la solución debe estar en contacto con el pezón durante un mínimo de 30 segundos antes

de secarse y colocar las pezoneras (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.5 Secado de pezones con toallas individuales. Independientemente del método utilizado para limpiar los pezones, es necesario secarlos individualmente. Es recomendable el uso de toallas de papel individuales. Lavar los pezones sin secarlos resulta en la acumulación de microorganismos en el extremo del pezón. Durante el ordeño, el agua contaminada con microorganismos se filtra por los laterales de las pezoneras y puede resultar en un aumento del riesgo de infecciones. El ordeño con ubres o pezones mojados aumenta el riesgo de mastitis y reduce la calidad higiénica de la leche ordeñada (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.6 Colocación de las pezoneras. La unidad de ordeño debe colocarse en los pezones tan pronto como el estímulo de eyección de leche tiene efecto. La colocación debe hacerse con cuidado con el fin de reducir la cantidad de aire que entra dentro del sistema. El estímulo natural de eyección de leche causa la máxima presión intramamaria un minuto después del principio de la estimulación y dura aproximadamente 10 minutos. La mayor parte de las vacas se ordeñan entre 5 y 10 minutos. En consecuencia, conectar la unidad de ordeño entre 1 y 2 minutos después del inicio de la estimulación permite aprovechar al máximo el estímulo natural de la eyección de leche (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.7 Ajuste de las unidades de ordeño. Es necesario controlar que las unidades de ordeño estén alineadas correctamente para prevenir las pérdidas de vacío. Si las pezoneras están demasiado altas en los pezones, pueden causar irritación. Si las pezoneras están mal encajadas pueden bloquear la salida de la leche y aumentar la cantidad de ésta que permanece en el interior de la ubre después del ordeño (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.8 Cerrado de vacío antes de retirar la unidad de ordeño. La unidad de ordeño debe retirarse tan pronto como ha finalizado el ordeño. En las salas de ordeño con retiradores automáticos es importante verificar que están correctamente ajustados. Si se produce un sobreordeño con una máquina correctamente ajustada, la incidencia de mastitis no aumenta. Sin embargo, si las pezoneras no están en condiciones óptimas, o entra aire, las probabilidades de nuevas infecciones aumentan considerablemente durante el sobreordeño (PHILPOT y NICKERSON, 1992; ALAIS, 1985).

En general, es más importante la forma cómo se finaliza el ordeño que el momento en que se finaliza. El vacío siempre debe cortarse antes de retirar las pezoneras. La práctica de estirar las pezoneras con el vacío funcionando debe evitarse, porque resulta en entradas de aire que aumentan el riesgo de mastitis. Una de las preguntas frecuentes es como afrontar el problema de un cuarto que se ordeña a mayor velocidad que los otros. En general, si la pezonera está en buenas condiciones y no entra aire, la pezonera debe dejarse conectada, porque su retirada causará entradas de aire y aumentará la incidencia de nuevas infecciones. La retirada incorrecta de las pezoneras constituye una amenaza importante para la salud de la ubre (PONCE DE LEON, 1993; PHILPOT y NICKERSON, 1992; ALAIS, 1985).

2.8.5.9 Aplicación de un baño de pezones con un producto antiséptico inmediatamente después de retirar las pezoneras. El baño de pezones debe realizarse con un producto antiséptico después de cada ordeño, y debe cubrir, como mínimo, el tercio inferior del pezón. Un buen producto destruye los microorganismos, previene la colonización del canal del pezón con microorganismos y elimina las posibles infecciones existentes en el canal del pezón. Nunca debe devolverse el contenido de una botella de baño de pezones al depósito original. Si el desinfectante se llena de paja u otra suciedad

contaminante, desechar su contenido, limpiar la botella y rellenarla con desinfectante nuevo (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

El aplicación por aspersion es una alternativa al baño de pezones. Los resultados son buenos si se utiliza correctamente y consigue la cobertura total del pezón. Un problema frecuente con estos productos, es que es difícil cubrir completamente el pezón por todos los lados (PHILPOT y NICKERSON,1992).

Existen otros factores que pueden ayudar a reducir la incidencia de mastitis. El orden en que las vacas se ordeñan puede ayudar a controlar el contagio de mastitis. Si se ordeñan primero las vacas de primer parto, luego las adultas con un recuento de células somáticas bajo, luego las vacas adultas con un recuento de células somáticas elevado, y finalmente las vacas con mastitis clínica, las probabilidades de contagio se reducen considerablemente. Una buena rutina de ordeño requiere, además, un estado de atención y vigilancia constante por parte del ordeñador para controlar aquellos factores que contribuyen al contagio de mastitis entre vacas. La corrección de las condiciones causantes de dicha contaminación contribuye a la producción de leche de calidad (PHILPOT y NICKERSON,1992; ALAIS, 1985).

2.9 Relación del equipo de ordeña con la calidad higiénica de la leche

2.9.1 Influencia de las distintas partes de la instalación sobre la contaminación de la leche. Tal como se señala en el punto 2.6 de este capítulo, una de las principales fuentes de contaminación de la leche cruda por microorganismos es la máquina de ordeño.

Lo anterior coincide con lo señalado por PHILPOT y NICKERSON (1992), quienes indican que mientras los sistemas de ordeño son muy apreciados por economizar mano de obra, no hay que dejar de lado que el mal funcionamiento,

mal uso o su mala limpieza, puede constituir un foco o riesgo de contaminación para la leche.

La limpieza y la desinfección de los equipos de ordeña mecánica juegan un rol primordial en lo que concierne a la contaminación de la leche, especialmente por bacterias termodúricas resistentes a la pasteurización. Problemas con la calidad higiénica de la leche debido a altos recuentos totales y mastitis pueden ser resultado de un diseño impropio, mal funcionamiento, mal uso, o inapropiadas técnicas de limpieza del equipo de ordeño (PHILPOT y NICKERSON, 1992).

SUMNER (1996), señala que fijar la condición higiénica de un equipo de ordeña con el contenido microbiano de la leche puede ser dificultoso. Si bien las técnicas de lavado y enjuague han sido bien establecidas, se recomienda una inspección visual en predio, combinada con una inspección crítica para poder establecer una relación y poder identificar los problemas con menor dificultad.

CARRILLO (1997), indica que los principales pasos a seguir para diagnosticar la condición de un equipo de ordeña tanto higiénica como mecánica, es la revisión minuciosa de las pezoneras y partes de goma cerciorándose de la presencia de restos y/o materias extrañas en ellas, inspección de la trampa de vacío, vacuómetro, poleas, pulsadores, bomba de vacío, etc.

Hasta hace poco se reconocía por todo el mundo que el paso del ordeño manual al mecánico, se acompañaba de una disminución de la calidad microbiológica de la leche, pero la situación ha evolucionado gracias a los progresos técnicos, concepción de material, eficacia de los detergentes y desinfectantes, mecanización de la limpieza. Así mismo, la utilización de la máquina de ordeño protege la leche de contaminaciones atmosféricas (pelos, polvo, etc.) que frecuentemente se encuentran en la leche cuando el ordeño es manual (ALAIS, 1985; VEISSEYRE, 1980).

Sin embargo HAMANN (1997), señala que es necesario evaluar el proceso de ordeña mecánica como un estudio que tenga como objetivo principal la descripción de la interacción entre la máquina, ordeñador y animal, para relacionar la eficiencia del ordeño, el riesgo de contaminación de la leche y la ocurrencia de infecciones en la glándula mamaria.

MEIN (1998)*, indica que la transmisión de microorganismos a los cuartos de la vaca se produce principalmente al momento de la ordeña, éstos son traspasados a la leche en gran número, estableciendo normalmente infecciones del tipo subclínico de larga duración.

La máquina de ordeña, así como el tiempo de ordeña, están estrechamente relacionados con la prevención de infecciones y enfermedades como la mastitis, un buen manejo de ordeña como también un correcto funcionamiento del equipo ayudan a evitar éstas o por lo menos mantenerlas en un nivel bajo (MMMM, 1993).

PONCE DE LEON (1993), señala que el camino que recorre la leche a través de la ordeñadora desde que sale del pezón y llega al tarro o tanque de recolección, es un camino complicado. Durante su recorrido, la leche se pone en contacto con muchas superficies diferentes, de las cuales cualquiera puede causar contaminación. Si una superficie o parte de la misma no se limpia y desinfecta eficazmente después de cada ordeño, los residuos que queden serán un excelente caldo de cultivo para el crecimiento de las bacterias y otros microorganismos presentes en el ambiente. Gran parte de esos gérmenes se incorporan en el ordeño siguiente.

* MEIN G. 1998. [http:// www.nmconline.org/articles/100lbcow.htm](http://www.nmconline.org/articles/100lbcow.htm)

Según CASADO y GARCIA (1985), la máquina de ordeño es uno de los orígenes de microorganismos en la leche cruda. Esto se puede deber a acumulaciones de suciedad en ciertas partes del equipo y a una mala higiene del mismo, lo que se manifiesta en superficies sucias y contaminadas, así mismo indica que la máquina de ordeño contribuye a la contaminación de la leche y esta puede provenir por tres causas:

- a) defectos de diseño de los componentes o sistemas
- b) montaje inadecuado
- c) mantenimiento incorrecto

Los equipos de ordeña están contruidos con distintos materiales tales como, gomas naturales o sintéticas, acero, acero estañado, aleaciones de estaño y níquel, aluminio, vidrio, plástico etc., los cuales contribuyen en forma distinta a la contaminación. En el caso de las gomas se ha observado que absorben hasta un 30 % de su peso en grasa y su vida útil es limitada por la acción de las temperaturas de limpieza elevadas y el uso de detergentes oxidantes.

Respecto a los materiales metálicos CASADO y GARCIA (1985), indican que se deben evitar aquellos que estén desgastados o golpeados ya que en ellos se deposita la suciedad y por consiguiente existe la proliferación de gérmenes.

El mismo autor afirma que las partes de goma son las que más aportan con la contaminación de la leche cruda en el proceso de ordeña, superando de 10 a 117 veces a las superficies metálicas.

El mal estado de las pezoneras unido a malas prácticas de limpieza y desinfección, contribuyen directamente a la transmisión y difusión de la mastitis así como a la proliferación de microorganismos en la leche. Cuando están agrietadas causan pérdidas de vacío y favorecen el acumulo de suciedades. Las

pezoneras porosas acumulan microorganismos patógenos y su endurecimiento dificulta la realización de la fase de masaje afectando la circulación de la sangre provocándose dolor y stress en el animal. Por lo explicado, es necesario que al revisar el funcionamiento del equipo de ordeño se tenga en cuenta la higiene, integridad y momento de cambio de las pezoneras (MABBIT, 1980).

Coincidiendo con lo señalado en los párrafos anteriores, ALAIS (1985), indica que uno de los mayores aportes de gérmenes a la leche cruda lo realizan los equipos de ordeña sucios, seguidos por las pezoneras deterioradas. El mismo autor señala que las partes de goma exigen los mayores cuidados, ya que este material es atacado por la grasa de la leche y de la piel de los pezones, por el aire, la luz y los productos de limpieza. El resultado es una pérdida de elasticidad. En aquellos lugares no actúan los desinfectantes químicos.

Todo lo anterior se corrobora al observar los antecedentes que aparecen en el CUADRO 4, donde se pueden ver los valores obtenidos de los recuentos microbiológicos de instalaciones de ordeño defectuosas (pezoneras agrietadas, equipos sucios y la suma de ambos efectos), antes y después de una revisión que comprendió la limpieza completa y la renovación de las piezas defectuosas.

CUADRO 4 Calidad higiénica de la leche obtenida en instalaciones de ordeño defectuosas, antes y después de un proceso de limpieza.

Defecto	Unidades formadoras de colonias (ufc/ml)	
	Antes	Después
Pezoneras agrietadas	1.200.000	30.000
Material sucio	1.600.000	27.000
Ambos defectos	5.000.000	190.000

FUENTE: ALAIS (1985).

De estos antecedentes, se deduce que las revisiones periódicas pueden resultar ser muy eficaces para disminuir el recuento total de bacterias en la leche, mejorando considerablemente la calidad higiénica de ésta.

Finalmente VEISSEYRE (1980), indica que las pezoneras tras un período de utilización, presentan siempre fisuras más o menos profundas que van a ser colonizadas por los microorganismos, siendo de difícil eliminación. En cuanto a las superficies metálicas, aquellas que estén golpeadas o desgastadas no deben ser usadas, a fin de evitar la corrosión y el depósito de suciedad que contribuyen a la proliferación de gérmenes.

2.9.2 Mastitis y ordeña mecánica. La mastitis se define como una inflamación de la glándula mamaria. Como regla general se caracteriza por la presencia de bacterias contra las cuales el cuerpo de la vaca reacciona dando por resultado una infección. Uno de los efectos de esta infección es un aumento en el número de células en la leche, éstas son principalmente leucocitos, pero generalmente el número de células epiteliales también aumenta. Al número de células en la leche se le denomina recuento total de células somáticas (BOOTH,1998; HARMON, 1994; PHILPOT y NICKERSON,1992).

En general la mastitis se puede dividir en dos categorías: clínica, en la cual los síntomas de la infección son visibles, tales como anormalidades en la leche, endurecimiento del cuarto, enrojecimiento y dolor, o cualquier combinación de éstos y subclínica, en la cual los síntomas no son evidentes. Existen subdivisiones de estas categorías, pero el principal criterio es que si el productor puede ver algo anormal, no se debe mezclar la leche de esa vaca con la del resto del rebaño (BOOTH,1998).

Un aumento en la incidencia de la mastitis conlleva el uso de antibióticos, los que pueden pasar a la leche y actuar como inhibidores. Estos no son deseados

en la industria láctea, por los trastornos que ocasionan sobre todo en productos fermentados, además que pueden traer consecuencias a nivel de salud pública (HEIMLICH y CARRILLO, 1995).

La mastitis es una enfermedad de carácter multifactorial en la cual participan tres componentes principales; el huésped, agente (microorganismos) y el medio ambiente. Esta enfermedad es la que ocasiona más pérdidas económicas en la explotación del ganado lechero, pues no solo afecta a la producción, composición y calidad de la leche sino que también da lugar a elevados costos de tratamiento y hasta sacrificios prematuros de animales enfermos (PHILPOT y NICKERSON, 1992).

KLEINSCHORTH y RABOLD (1991), establecieron como límite de células somáticas para clasificar como enferma o sana a la glándula mamaria un recuento de 500.000 céls./ml de leche.

En Chile, los esquemas de pago de leche implementados por las industrias, establecen los parámetros que permiten hacer un pago diferenciado a cada productor, de acuerdo a las características de su leche. Por ejemplo a Septiembre de 2001 empresas como Soprole aplicaban descuentos por concepto de células somáticas a leches con recuentos superiores a 400.000 céls./ml, sin embargo hay otras empresas como Colun y Loncoleche, que aplicaban descuentos a leches con recuentos de células somáticas superiores a las 600.000 céls./ml. (ver ANEXO 2).

Mediante la aplicación de medidas simples de control, básicamente higiene durante la ordeña y tratamiento antibiótico, es posible controlar la mastitis en un rebaño infectado en un período de 2 a 3 años, complementado con la eliminación de los animales con infecciones crónicas refractarias al tratamiento (KRUZE, 1998).

La máquina de ordeña y el tiempo que toma la ordeña, están estrechamente relacionados a la prevención y al control de la mastitis, ya que una vaca productora de leche está propensa a infectarse durante y después de la ordeña. Una combinación de buen manejo del equipo con el correcto funcionamiento del mismo ayuda a mantener a la mastitis en niveles bajos (MMMM, 1993).

Un pobre funcionamiento de la máquina de ordeño y un tiempo inadecuado para el proceso pueden afectar la salud de la ubre. Malas rutinas de ordeño pueden exponer a la ubre a microorganismos invasivos. La máquina de ordeña puede servir para transferir microorganismos causantes de mastitis vaca a vaca por medio de las pezoneras, y también puede contribuir a una contaminación cruzada dentro de la misma ubre, desde un cuarto infectado a uno sin infectar. Así mismo, un tiempo excesivo de ordeña y/o una pulsación defectuosa, pueden causar alteraciones en la piel de la ubre y en el canal de eyección de la leche, lo cual hace más fácil la infección de ésta, aumentando los recuentos en el laboratorio (PHILPOT y NICKERSON, 1992; FAO,1981).

PEELER *et al.* (2000) y MORTEN (1998), señalan que la glándula mamaria infectada es el principal reservorio de los agentes de la mastitis. En ella, estos microorganismos se multiplican, son secretados con la leche y diseminados a la piel de la ubre y al medio ambiente. Estos agentes infecciosos son transmitidos por varias fuentes (pezoneras, manos del ordeñador, paño de secado, agua contaminada, etc.) a la piel y orificio del pezón de otros cuartos de la misma vaca y entre otras vacas.

Según FAO (1981), la ordeña mecánica se incluye como transmisor de agentes de la mastitis por su acción mecánica y en ella se han detectado los siguientes mecanismos:

Efecto lavado del pezón: en cada ciclo de pulsación la punta del pezón es inundada de leche y puede ser contaminada.

Reflujo de leche: por la acción de reflujo, los microorganismos de la mastitis pueden ser transferidos entre cuartos, además de incorporar otra vía como es el roce de las piezas entre cuartos. El impacto sobre la punta del pezón es con suficiente fuerza para penetrar directamente sobre el canal del pezón asociado con la ocurrencia de ciclos y fluctuaciones irregulares de vacío.

Vacío fluctuante: líneas con filtraciones, líneas tapadas, bomba gastada, correa suelta, etc. ocasionan fluctuaciones en el nivel de vacío, éstas pueden irritar los pezones.

Nivel de vacío elevado: éste puede causar la trepada de las pezoneras al final del ordeño. Esto irrita la delicada membrana que reviste el interior del pezón, y la presión de las pezoneras en la base de éste puede obstruir el flujo de leche. Las bacterias en el interior de la ubre pueden infectar los tejidos glandulares causando mastitis. Niveles de vacío extremadamente elevados producen llagas en los pezones y pueden causar inversión de los extremos de éstos (RASMUSSEN y MADSENT, 2000; FAO, 1981).

Pulsación: si el pulsador no trabaja adecuadamente masajeando al pezón, puede producirle llagas.

Pezoneras: si éstas se encuentran deformadas y ásperas pueden irritar los pezones, si están rasgadas o con fisuras pueden dejar entrar bacterias que pueden infectar la ubre.

Roce de las piezas: por este motivo se generan partículas de aire en forma de gotas que pueden ser distribuidas en dirección del flujo de la leche al ápice del pezón y transferir los agentes de la mastitis (RASMUSSEN y MADSENT, 2000).

2.9.3 Métodos de limpieza para equipos de ordeña. Cuando la leche entra en contacto con la superficie de un recipiente o un equipo de ordeña, deposita en estos elementos una película de composición variable según las condiciones en que se encuentre (temperatura, acidez, etc.). Sin embargo, siempre están presentes materias grasas y sustancias nitrogenadas, por lo general, más o menos coaguladas, y sales minerales. Este revestimiento orgánico se convierte rápidamente en asiento de una intensa proliferación de mohos, levaduras y bacterias, de ahí la imperiosa necesidad de una limpieza completa y de una desinfección eficaz de los equipos y recipientes en contacto con la leche (VEISSEYRE, 1980).

La limpieza y desinfección dependen fundamentalmente de la energía térmica (temperatura), energía química (productos detergentes), energía física (agua escobillado), y el tiempo de lavado. Cuando estos cuatro factores se complementan ordenadamente, se obtiene una limpieza y desinfección óptima (FAO, 1981).

ALAIS (1985), señala que las máquinas de ordeño mal limpiadas son una de las principales causas de contaminación de la leche. Este mismo autor indica que los métodos más comunes de limpieza de equipos de ordeña son los siguientes:

2.9.3.1 Sistema de limpieza en caliente. Este método requiere sucesivamente después de cada ordeña un enjuague inicial con agua fría, luego la circulación durante 10 minutos de una solución caliente (60 a 70 °C) de detergente alcalino clorado con 80 a 100 mg de cloro en un litro de agua, y por último otro enjuague final también con agua fría.

2.9.3.2 Sistema de limpieza en frío. Este método comprende un enjuague inicial con agua fría, luego una circulación durante 10 minutos de una solución detergente fría o de una solución de yodo (20 mg/l, de yodo), quedando esa solución en la instalación hasta el ordeño siguiente, con un enjuague final inmediatamente antes del ordeño.

El método en caliente favorece el desarrollo de una microflora termorresistente, y de aquí el interés de hacer pasar, periódicamente, una solución detergente ácida. El método en frío solo con yodo favorece la persistencia de flora psicrotrofica y coliformes.

Por otra parte WOLTERS y BOEREKAMP (1996), indican que el sistema estándar de limpieza de los equipos de ordeña consiste en tres etapas: remojo, limpieza (agua caliente combinado con detergente y un agente desinfectante) y enjuague. Para cada etapa se debe usar agua limpia.

Un aspecto importante a considerar en la eficiencia del lavado de equipos de ordeña, es la dureza del agua a utilizar. Esta corresponde a la solubilidad de los sólidos en agua y se mide en partes por millón (ppm). El agua más adecuada para la limpieza es el agua blanda. Cuando el lavado no es eficiente, ya sea por el uso de aguas duras u otros factores, se forma en los equipos, la "piedra de leche" (sales de calcio más proteínas y grasas adheridas). En esta piedra de leche se alojan microorganismos que van a deteriorar la calidad de la leche (WOLTERS y BOEREKAMP, 1996).

En la limpieza de los equipos de ordeña y los utensilios de lechería, para eliminar los residuos no basta solamente con el agua, deben usarse también agentes emulsificantes, agentes saponificantes, agentes quelantes y agentes hidrolizantes. Actualmente la tecnología aplica casi todos estos principios en un solo producto integrándolos (WOLTERS y BOEREKAMP, 1996).

Según FAO (1981), un buen detergente debe reunir las siguientes características:

- secuestrante (remover sales minerales)
- humectante
- emulsificante (suspensión de las moléculas de grasa)
- disolvente (disolver los sólidos orgánicos e inorgánicos)
- saponificante (romper el glóbulo graso)
- hidrolizante (que ataque a la proteína)
- dispersante (que disperse los minerales para que no se adhieran a las superficies removidas)
- poder enjuagante (que se separe de la superficie por acción del agua)
- no debe ser corrosivo
- no debe ser espumante cuando se use en equipos de circuito cerrado

Existen estudios en que se ha demostrado que cuando la limpieza no es adecuada los equipos y/o utensilios de lechería no cumplen con estándares de higiene satisfactorios. REYDET (1975) y SAN MARTIN (1975), demostraron tras estudios de eficiencia de distintos tipos de detergentes e higienizantes, que no era posible llegar a un estado higiénico calificable como bueno en un equipo de ordeña, luego de obtener resultados de recuento total de bacterias mesófilas, bacterias termodúricas y coliformes, en distintas partes del equipo de ordeña, obteniendo valores que en ningún caso calificaban como aceptables sobre todo en lo que se refiere a partes de goma y partes de metal, donde ambos obtuvieron recuentos de hasta 900 colonias/cm², siendo que el estándar ocupado por ellos recomendaba menos de 5 colonias/cm² en las partes de metal y menos de 10 colonias/cm², para ser considerados como satisfactorios desde el punto de vista higiénico.

2.10 Equipos de ordeña y la normativa internacional

La normativa internacional para equipos de ordeña es regulada por la International Organization for Standardization, ésta lleva por título, Milking Machine Installations, Construction and Performance, y hace referencia a una serie de valores y datos técnicos que deben cumplir las distintas instalaciones de ordeña para que realicen su trabajo sin problemas. Estos valores son coincidentes con los que muchas veces entrega también la literatura científica que se ha dedicado a estudiar el tema y con los valores entregados por entidades especializadas tal como, la International Dairy Federation (IDF/FIL), Milking Machine Manufacturers Council (MMMC) y la FAO, en diversos boletines.

2.10.1 Vacío en el equipo de ordeña. IDF/FIL (1999), e INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION, (ISO), (1996), en relación al vacío recomiendan un nivel de vacío nominal (en del equipo de ordeña) entre 40 a 45 KPa para equipos de línea baja, y entre 46 a 50 KPa para equipos de línea alta, con una fluctuación de ± 2 KPa.

2.10.2 Pulsación. En cuanto a la pulsación, IDF/FIL (1999) e ISO (1996), señalan que la mayoría de los equipos de ordeña operan eficientemente con una frecuencia de pulsación entre 45 a 65 ciclos por minuto. En cuanto a la razón de pulsación se debería emplear razones de 70:30 como máximo y 50:50 como mínimo.

2.10.3 Línea de vacío. MMMC (1993), recomienda diámetros mínimos, para determinar los caudales de aire que deberá conducir la línea de vacío, así como las longitudes máximas posibles, las que aparecen en el CUADRO 5.

CUADRO 5 Flujos de aire y diámetros para líneas de vacío en equipos de ordeña.

l/min. de aire libre	Diámetro (mm)	Longitud máxima (m)
< 300	25	17
300 a 600	32	20
600 a 1000	38	20
> 1000	51	---

FUENTE: MMMC (1993).

2.10.4 Línea de leche. Esta deberá poseer una pendiente del 1% hacia el tarro receptor o unidad final. En cuanto al diámetro, la línea de leche se dimensionará en función del caudal previsto de leche y aire (IDF/FIL, 1999; FAO, 1981).

En el CUADRO 6 se presentan los diámetros de cañería para una línea de leche simple, teniendo en cuenta el número de unidades de ordeño.

CUADRO 6 Diámetro de las tuberías de una línea de leche simple y el número de unidades de ordeño sugerido.

Diámetro interno	Nro. de unidades sugerido hasta 10 m de largo
34 mm	4
38 mm	6
42 mm	6
46 mm	6
50 mm	6

FUENTE: MMMC (1993).

2.10.5 Tubo largo de leche. Tubo que transporta el aire y la leche desde el colector a la línea de leche. Su diámetro no debe ser menor a 1,4 cm y su longitud no debe sobrepasar los 2,5 m (MMMC, 1993).

2.10.6 Bomba de vacío. La bomba de vacío es el corazón de un sistema de ordeño mecánico. Estas difieren en diseño y construcción y por ende los productores necesitan una bomba adecuada, ya sea que ordeñen diez o mil vacas (MMMC, 1993).

La capacidad de la bomba de vacío se elige de acuerdo a la cantidad de pies cúbicos por minuto (CFM) de aire que puede remover a nivel del mar. El Método Estándar Americano (ASME) mide el flujo de aire a presión atmosférica que puede remover la bomba.

En el CUADRO 7 se muestran las capacidades de las bombas de vacío en litros por minuto y pies cúbicos por minuto; además se muestra la potencia mínima necesaria para ejercer el vacío requerido según la cantidad de unidades de ordeña que posea el equipo.

CUADRO 7 Capacidad de la bomba de vacío y potencia mínima requerida, según las unidades de ordeño.

Nº de unidades de ordeña	Capacidad de vacío recomendado para la bomba CFM (ASME)		Potencia mínima de la bomba en hp
	Litros/minuto	Pies ³ /minuto	
1	990	35	3
2	990	35	3
3	990	35	3
4	1020	36	3 - 5
6	1475	52	5
8	1870	66	5-7
100	2265	80	7

FUENTE: MMMC (1993).

En el CUADRO 7 se puede observar, que para el caso de un equipo de ordeña de dos unidades la capacidad de vacío de la bomba que éste ocupe deberá ser de 990 litros/minuto y deberá tener una potencia mínima de 3 hp para satisfacer sus requerimientos de vacío.

Elegir correctamente una bomba de vacío es primordial, puesto que una bomba demasiado grande en términos de capacidad puede producir pérdidas económicas al productor, sobretodo si la producción de leche es baja (MMMC, 1993).

2.11 Situación actual de los CAL en relación a la calidad higiénica de la leche

Según ACOLECHE (2001)*, aparece como muy positiva la respuesta en calidad experimentada por los productores en los últimos tres años, para los parámetros Recuento microbiológico y Recuento de Células Somáticas, lo que les ha permitido alcanzar importantes bonificaciones, y como consecuencia de ello un incremento en el precio al productor. Sin embargo de acuerdo a lo señalado por CARRILLO y VIDAL (2001), pese a que las variables de calidad higiénica de los CAL muestran un mejoramiento atribuible probablemente a la aplicación de programas de aseguramiento de la calidad, éstos no han sido suficiente para alcanzar los rangos de mayor bonificación especialmente en lo que respecta a ufc/ml, lo que últimamente está generando pérdidas económicas importantes a nivel de los pequeños productores, quienes dejan de recibir las bonificaciones y quedan expuestos a la aplicación de descuentos por parte de las industrias lecheras. Un ejemplo de lo señalado anteriormente es la estimación de lo que dejarían de percibir siete organizaciones del Centro de Gestión Empresarial de Paillaco, la que para un período de 12 meses alcanzaría a un promedio de \$10,51/l (valor a Septiembre de 2001).

2.11.1 Evolución del contenido de unidades formadoras de colonias en la leche a nivel de los CAL. La crisis por la que está pasando actualmente el sector lechero se refleja en parte en los bajos precios pagados a los productores por su leche, situación que se acentúa a nivel de los pequeños productores. De ahí la importancia de mejorar los parámetros a los que la industria da prioridad, entre ellos la calidad higiénica, para así incrementar los ingresos que puedan percibir los productores.

La calidad higiénica de la leche, medida en parte a través de las unidades formadoras de colonias, tiene gran importancia en las plantillas de pago de la

* ACOLECHE X REGION. 2001. <http://www.acoleche.cl/situa4.html>

industria. Es por ello que los CAL y los productores asociados a estas unidades han tratado de extremar las medidas de higiene para alcanzar las bonificaciones que entregan las plantas por este concepto.

En la FIGURA 6 se muestra la evolución mensual de los promedios ponderados de ufc/ml durante los años 1998, 1999 y 2000 de la totalidad de los CAL de la Décima Región, según información entregada por la Asociación de Centros de Acopio Lecheros A.G. ACOLECHE. Allí se observa que para los años 1998 y 2000 en la mayoría de los meses, los recuentos microbiológicos fueron menores a la temporada 1999, año en que prácticamente todos los meses hubo recuentos superiores a los años 1998 y 2000 (sobre 1×10^6 ufc/ml). Pese a que en el año 2000 los últimos siete meses se observa una tendencia a la disminución de los recuentos microbiológicos, en promedio éstos aún no eran tan bajos como para lograr bonificación por parte de la industria (ver ANEXO 2).

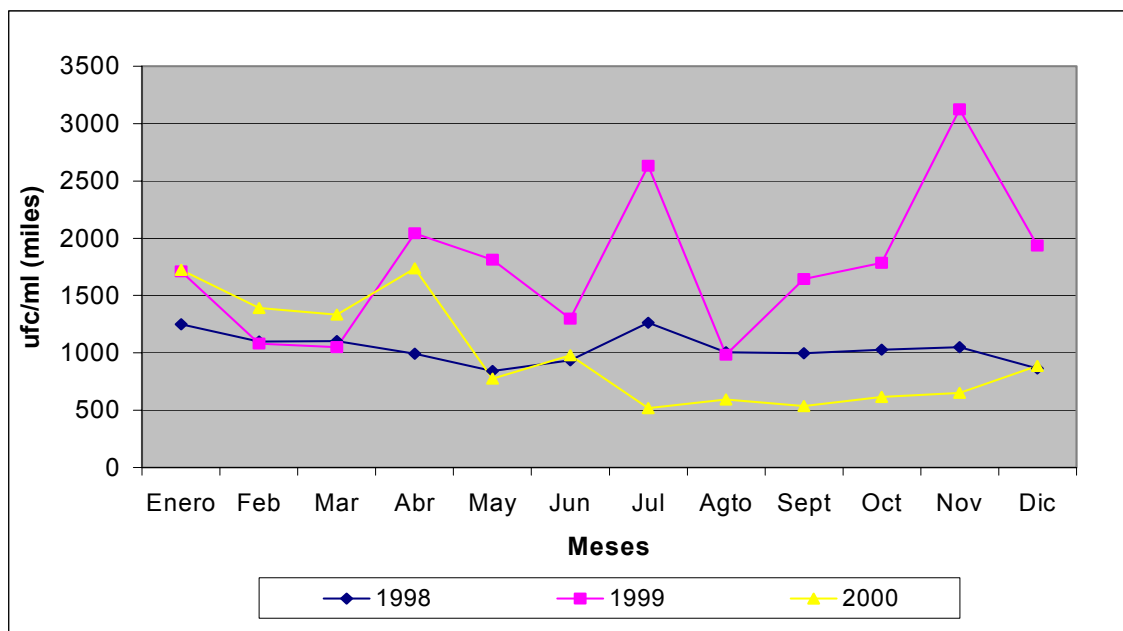


FIGURA 6 Comportamiento de los promedios ponderados de los recuentos de unidades formadoras de colonias (ufc) en los CAL de la Décima Región durante los años 1998, 1999 y 2000.

FUENTE: ACOLECHE (2001)*.

* ACOLECHE X REGION. 2001. <http://www.acoleche.cl/situa7.html>

Pese a lo señalado anteriormente, la misma fuente indica que los esfuerzos realizados por alguna de estas organizaciones, tanto económicos como técnicos, han tenido impacto positivo, ya que mientras en 1998 ninguna partida de leche del total vendida a planta obtuvo bonificación, durante el año 2000 un 56,6% alcanzó algunos de los rangos de bonificación FIGURA 7.

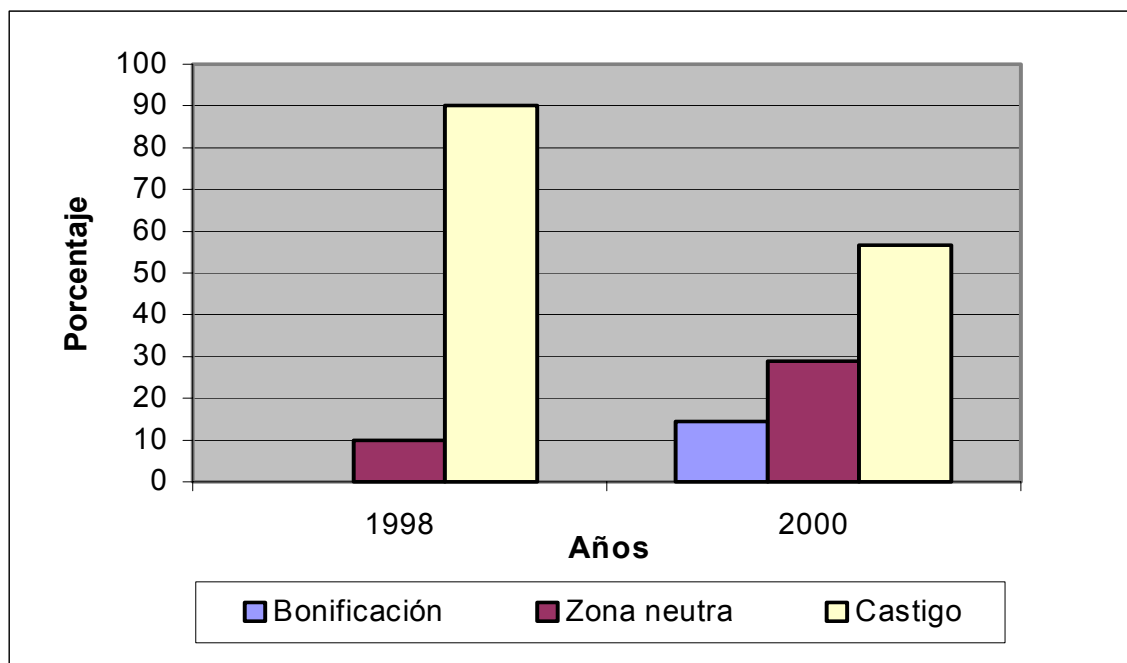


FIGURA 7 Porcentaje del volumen total de leche de los CAL de la Décima Región que alcanzó bonificación o castigo por concepto de los recuentos de unidades formadoras de colonias (ufc/ml) en 1998 y el 2000.

FUENTE: ACOLECHE (2001)*.

2.11.2 Evolución del recuento de células somáticas en la leche a nivel de los CAL. Otro parámetro determinante del precio a productor es el recuento de células somáticas, que refleja el estado sanitario de la ubre y cuyo mejoramiento es un proceso lento, ya que son muchas las variables que influyen sobre éste.

* ACOLECHE X REGION. 2001. [http:// www.acoleche.cl/situa7.html](http://www.acoleche.cl/situa7.html)

Si se analizan los antecedentes que aparecen en la FIGURA 8, se puede señalar que en prácticamente todos los meses del año 2000 los recuentos promedio de células somáticas para la totalidad de los CAL de la Décima Región, fueron menores que los de las temporadas 1998 y 1999, períodos durante los cuales los valores tuvieron un comportamiento similar.

Lo anterior indica que los productores han ido mejorando el estado sanitario de sus animales y a la vez han tomado en cuenta las exigencias que las industrias hacen a través de sus esquemas de pago.

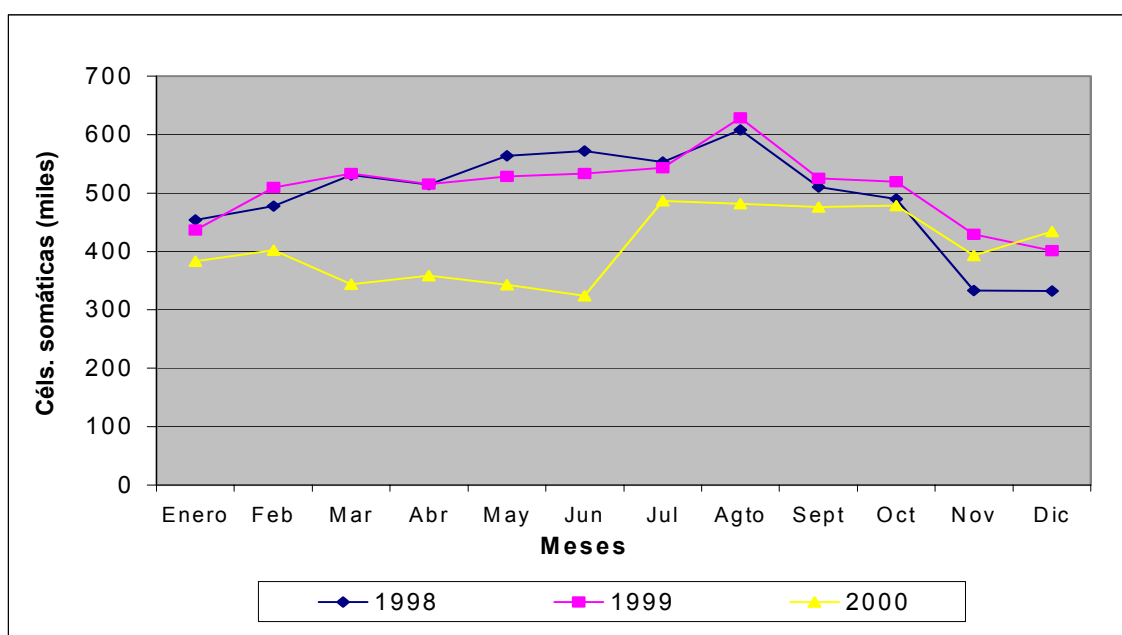


FIGURA 8 Comportamiento de los promedios ponderados de los recuentos de células somáticas en los CAL de la Décima Región durante los años 1998, 1999 y 2000.

FUENTE: ACOLECHE (2001)*.

En lo que respecta a bonificaciones y castigos por concepto de células somáticas, al observar la FIGURA 9, se tiene que el año 1998 el porcentaje de leche de los CAL de la Décima Región con castigo por concepto de sus altos recuentos alcanzó a un 29,6%, para luego disminuir en forma ostensible el año

* ACOLECHE X REGION. 2001. <http://www.acoleche.cl/situa8.html>

2000 a un 5,3%. Por otro lado, de un volumen total de un 30,8 % que en el año 1998 obtuvo bonificación, se pasó a un 69,1% en el año 2000 (ACOLECHE,2001)*.

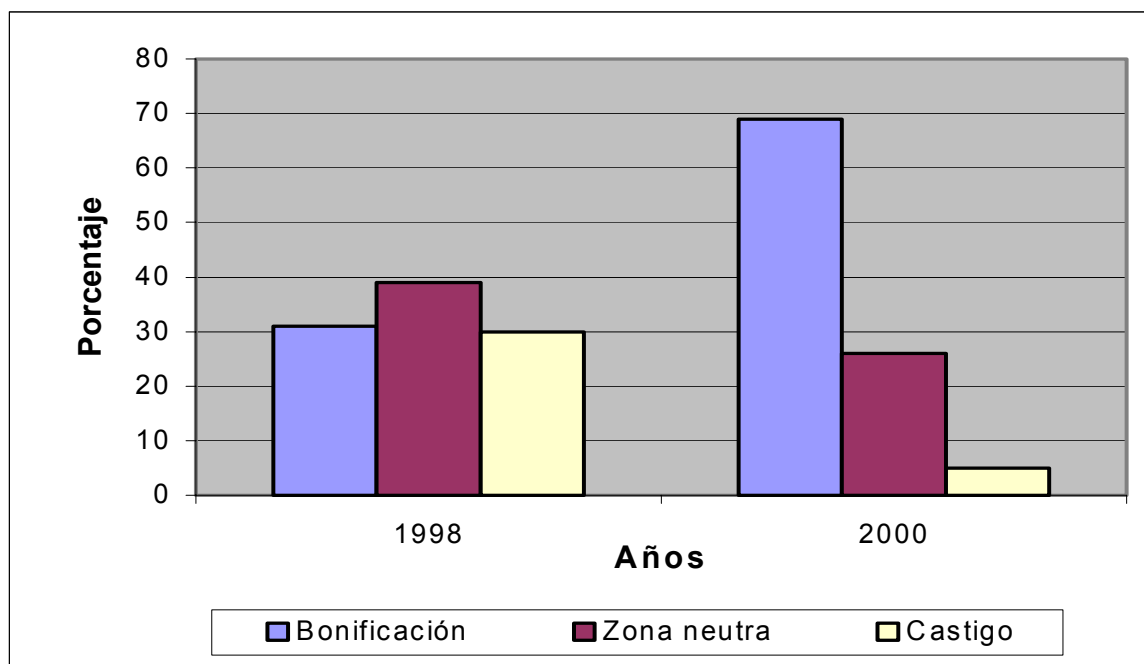


FIGURA 9 Porcentaje del volumen total de leche de los CAL de la Décima Región que alcanzó bonificación o castigo por concepto de células somáticas en 1998 y en el 2000.

FUENTE: ACOLECHE (2001)*.

2.11.3 CAL Pumol. El Centro de Acopio Lechero Pumol, fue inaugurado el 30 de Abril de 1995 como una sociedad integrada por pequeños productores aledaños a la localidad de Futrono, Provincia de Valdivia. Un año después logran ingresar como cooperados de Colun Ltda. empresa a la cual venden la leche de los productores socios del Centro de Acopio.

Entre los servicios que presta la Sociedad Agrícola Pumol, se encuentran:

* ACOLECHE X REGION. 2001. <http://www.acoleche.cl/situa8.html>

- .- Compra y venta de leche.
- .- Compra y venta de insumos agrícolas en general.
- .- Servicio de maquinaria agrícola.
- .- Servicio de inseminación artificial
- .- Servicio de asistencia técnica.

Actualmente al CAL Pumol pertenecen 47 productores oferentes activos entre socios y no socios, de los cuales 18 poseen equipo de ordeña mecánica y entregan el 77% del total de la leche que el Centro de Acopio recibe de sus productores (CEGE-PAILLACO, 2001)*

Si bien la calidad higiénica de la leche de los productores de este CAL ha mejorado, aún existe un porcentaje considerable de leche a nivel de estanque del CAL que posee recuentos de unidades formadoras de colonias y recuentos de células somáticas elevados para la industria. Por ejemplo, desde Enero a Julio de 2001, el CAL Pumol recibió y vendió un volumen de 753.620 litros de leche, de los cuales un 13,38% superó un recuento microbiológico de 400.000 ufc/ml. y un 17,09% superó un recuento de células somáticas de 600.000 céls./ml (CEGE-PAILLACO, 2001)*.

* Base de datos. Centro de Gestión Empresarial de Paillaco. CEGE-PAILLACO

3 MATERIAL y METODO

3.1 Duración del estudio

El estudio realizado tuvo una duración de 11 meses (desde Abril de 2001 a Marzo de 2002) a partir de la aplicación de la pauta de evaluación de los equipos de ordeña en terreno, de la revisión o chequeo de estos, de la toma de muestras de leche y de los análisis de laboratorio.

3.2 Evaluación del estado y funcionamiento de los equipos de ordeña

Se evaluó el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña de 7 productores pertenecientes al Centro de Acopio Lechero Pumol, ubicado en la localidad de Futrono, Provincia de Valdivia. Estos productores al momento del estudio constituían el 15% del total de socios y proveedores del CAL y entregaban el 42% del total de la leche que el CAL recepcionó y vendió a Colun durante ese período. Para estos efectos además se consideró que estos productores entregaban leche durante todo el año.

Para la caracterización de dichos equipos se aplicó una pauta de evaluación en terreno, la que sirvió para recopilar la información acerca del estado y funcionamiento, así como de las condiciones de manejo (ANEXO 1). Un esquema tipo de estos equipos es similar al que aparece en la FIGURA 2 de la página 17 de este estudio.

3.2.1 Diseño y formulación de la pauta de evaluación. Sobre la base de criterios previamente establecidos se elaboró una pauta de evaluación (ANEXO 1), la cual se aplicó en terreno a cada uno de los equipos en estudio. A partir de esta se estableció el estado de cada una de las partes del equipo bajo los

conceptos de bueno, regular o malo, utilizando para ello la observación visual, basada en criterios predefinidos (ANEXO 3). La pauta de evaluación de los equipos de ordeña se probó previamente en terreno y se corrigió antes de su aplicación definitiva.

3.2.2 Revisión de equipos. Se midieron parámetros mecánicos propios del equipo de ordeña, como el nivel de vacío (en la bomba de vacío, y a nivel de las pezoneras), las pulsaciones por minuto y la relación de pulsación de cada una de las unidades de ordeña. Para dicho efecto se utilizó el equipo Fullwood Pulsript Tester mk4 print-out converter*. Este equipo cuenta con una base de datos integrada de los estándares internacionales y puede adaptarse a cualquier equipo de ordeña realizando todas las mediciones anteriores registrando e imprimiendo la información. Según las indicaciones del fabricante, este equipo elimina el error del operador y de la máquina, asegurando una mejor base para el informe de diagnóstico sobre el estado del equipo de ordeña.

3.3 Toma de muestra para los análisis de las variables de calidad higiénica
Paralelo a la evaluación del estado y funcionamiento de los equipos de ordeña y con una periodicidad de 15 días durante los tres meses que duró el estudio, en los siete predios se tomó una muestra de leche para el análisis de calidad higiénica (Recuento Total de bacterias y Recuento de Células Somáticas). Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología de los alimentos (ICYTAL), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

El muestreo se realizó de acuerdo a la NORMA CHILENA 1011/1. Se tomaron las muestras en envases de vidrio limpios y estériles, los cuales se mantuvieron en una caja termoaislada, que contenía packs de hielo a fin de mantener una temperatura de ± 6 °C, mientras se transportaban hasta el laboratorio para su

posterior análisis (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), 1980).

Entre la toma de muestras y el análisis en laboratorio no transcurrieron más de 3 horas. Las muestras fueron tomadas a nivel predial, una vez finalizada la ordeña, directamente de los tarros receptores de leche de los equipos de ordeña, antes de ser enviada la leche al CAL.

3.3.1 Recuento total de bacterias mesófilas. Las muestras se analizaron utilizando el método standard para recuento en placa, descrito por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), (1992). La técnica consiste en el desarrollo de las células bacterianas en el medio de cultivo agar estándar (Oxoid) esterilizado, éste antes de su uso se licúa y se enfría a 45 °C , luego se mezcla con la muestra diluida en una placa de Petri esteril. La mezcla se solidifica y luego se incuba a una temperatura de $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 48 horas para obtener el desarrollo de bacterias presentes en la leche.

3.3.2 Recuento de células somáticas. Se aplicó el método microscópico directo de Prescott y Breed, según NCh 1746/1980, para leche cruda. Mediante este método se puede determinar en forma cuantitativa el contenido de células somáticas de la leche. El principio de este método se basa en la observación al microscopio de un frotis de leche (1cm^2) teñido, en el cual se cuentan las células somáticas presentes en diferentes campos de visión ocular. El número de leucocitos por mililitro de leche se obtiene al relacionar el número de éstos con el número de campos contados en el microscopio (CHILE, INN, 1980).

3.4 Análisis estadísticos

Los datos obtenidos en las determinaciones para las variables de calidad higiénica de la leche, se sometieron a los siguientes test estadísticos:

* FULLWOOD LIMITED, Grange Road, Ellesmere, Sropschire Sy 12 DF. England.

Análisis de varianza para los promedios de las variables de calidad higiénica medidas entre los productores, a fin de determinar si existe diferencia significativa entre estos promedios durante el período que duró el estudio.

Análisis de varianza entre los distintos meses de muestreo a fin de determinar si existe diferencia significativa durante el período de estudio.

En caso de existir diferencia estadísticamente significativa se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tuckey, a fin de establecer e identificar los diferentes grupos homogéneos entre sí.

Además se compararon los datos obtenidos en terreno acerca de las condiciones de funcionamiento de los equipos de ordeña estudiados, con los estándares internacionales y la literatura científica especializada en el tema, a fin de verificar si estos cumplen o no con la normativa vigente.

4 PRESENTACION y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Estado mecánico de los equipos de ordeña

Cabe mencionar que la totalidad de los equipos estudiados correspondió a equipos con ordeña directa a tarro en pozo de ordeña (línea baja), sin línea de leche, con un número de unidades de ordeña que fluctúan entre 2 y 6, con no más de 3 años de uso cada uno, todos de la misma marca (FULLWOOD)*.

4.1.1 Vacío. En el CUADRO 8 se muestran los valores de los niveles de vacío encontrados en los equipos, medidos a nivel de la bomba y de las pezoneras. Estos valores corresponden al promedio de tres mediciones que realizó el equipo Fullwood Pulsript Tester mk4* en el lapso de un minuto.

CUADRO 8 Valores de vacío registrados a nivel de la bomba y pezoneras de los equipos estudiados.

Productor	Vacío en la bomba (Kpa)	Vacío en las pezoneras (Kpa)
844	50,3	49,6
2451	49,0	48,5
1850	50,0	49,3
820	51,3	50,0
2649	50,0	47,8
2477	48,5	47,9
2782	47,0	46,8

Al observar las cifras de los niveles de vacío medidos en la bomba como en las pezoneras, del CUADRO 8 se desprende que todos los equipos estarían sobrepasando los valores señalados por IDF/FIL (1999) y por la ISO (1996) como normales. Ambos organismos recomiendan un nivel de vacío nominal

* FULLWOOD LIMITED, Grange Road, Ellesmere, Sropschire Sy 12 DF. England.

(dentro del equipo de ordeña) entre 42 a 45 Kpa para equipos de línea baja, y entre 46 a 50 Kpa para equipos de línea alta, con una fluctuación de ± 2 Kpa.

Pese a lo señalado en el párrafo anterior, el manual de fabricación de los equipos estudiados recomienda valores de 50 Kpa a nivel de la bomba para cumplir con su función sin problemas, por lo que en este caso si se da un margen de ± 2 Kpa, como lo establece ISO y IDF/FIL, del total de los equipos revisados y desde el punto de vista de esta variable, seis funcionaban sin problemas, excepto el productor 2782, cuyo vacío a nivel de la bomba y de las pezoneras fue de 47,0 y 46,8 Kpa, respectivamente.

Coincidiendo con lo señalado anteriormente RASMUSSEN y MADSEN (2000), señalan que el mejor estado sanitario de las ubres se logra con niveles de vacío nominal entre 48 y 52 Kpa, situación que se da en casi la totalidad de los equipos estudiados, excepto en el del productor 2782.

No se registró vacío inestable en ninguno de los equipos de los productores estudiados al momento de aplicar la pauta de evaluación.

En lo que respecta al vacío inestable éste alarga el tiempo de ordeño, y puede incrementar los deslizamientos de las pezoneras, con la consiguiente entrada de aire, contaminación de la leche con microorganismos externos y aumentando notoriamente el porcentaje de mastitis (CASADO y GARCÍA, 1985).

4.1.2 Pulsación. La función del sistema de pulsación consiste en permitir la circulación de la sangre en el pezón, evitando el congestionamiento del mismo. Dicha función la cumple presionando al pezón con el cuerpo de la pezonera (MMMC, 1993).

En el CUADRO 9 se muestran los valores de las relaciones de pulsación de los equipos de cada productor estudiado, considerando las fases de ordeña y masaje.

CUADRO 9 Relación de pulsación de los equipos de ordeña estudiados (fase de ordeña y masaje).

Productor	Fase ordeña (%)	Fase masaje (%)
820	71,2	28,8
844	59,3	40,7
2451	63,5	36,5
1850	71,0	29,0
2649	65,4	34,6
2477	62,4	37,6
2782	62,5	37,5

Varias combinaciones de relación de pulsación son recomendadas, éstas van desde 60/40, 65/35, 70/30, etc, sin embargo las normas internacionales indican que la relación de pulsación no deberá ser ni más ni menos que cinco unidades de porcentaje respecto a la relación establecida por el fabricante (PHILPOT y NICKERSON,1992).

En este caso el fabricante de todos los equipos estudiados (FULLWOOD)* utiliza pulsadores regulables, a los cuales se le puede ajustar la razón de pulsación entre valores que van desde 50 a 75% en la fase de ordeña.

Al observar los valores que aparecen en el CUADRO 9, se puede señalar que todos los equipos de ordeña estudiados están dentro de un rango que va entre 59,3 a 71,2% en la fase de ordeña y desde 28,8 a 40,7% en la fase de masaje, lo cual estaría dentro de la banda de relaciones de pulsación que la literatura indica como normal. En tal sentido MMMC (1993) y PHILPOT y NICKERSON (1992), señalan que lo mejor es tener relaciones de pulsación que vayan desde

* FULLWOOD LIMITED, Grange Road, Ellesmere, Sropchire Sy 12 Df. England

50 a 75 % en la fase de ordeña, rango que coincide con los valores encontrados en este estudio, ya que relaciones de pulsación dentro de este margen aseguran una buena salud de la ubre. Por debajo de este rango, la velocidad de ordeña declina y por encima de esta banda, la cantidad de leche que queda en la ubre tiende a aumentar marcadamente favoreciendo la incidencia de mastitis.

Al momento de aplicar la pauta de evaluación en terreno, no se observó fluctuación de la razón de pulsación en la totalidad de los equipos estudiados.

4.1.3 Frecuencia de pulsación. En el CUADRO 10 se muestran las frecuencias de pulsación de los pulsadores de todos los equipos estudiados.

CUADRO 10 Frecuencia de pulsación registrada en los equipos de ordeña estudiados.

Productor	Frecuencia de pulsación (puls./min)
820	59,2
844	58,7
2451	59,3
1850	60,2
2649	58,7
2477	55,9
2782	59,6

Se recomiendan frecuencias de pulsación de entre 50 a 70 ciclos por minuto. Por debajo de estas frecuencias la velocidad de ordeña disminuye, y por encima de este nivel la entrada de aire al sistema y el vacío se hacen excesivas, pudiendo favorecer la contaminación de la leche por microorganismos externos presentes en el ambiente (IDF/FIL, 1999).

Al observar los valores que aparecen en el CUADRO 10 se puede aseverar que la totalidad de los equipos de los productores estudiados cumplen con los requerimientos exigidos por la IDF/FIL para las pulsaciones por minuto, lo que dejaría por descontado alguna influencia negativa de este factor en la calidad

higiénica de la leche de los productores durante el período que duró el estudio. Al respecto WILSON (2000), señala que a menos que se produzca una falla total del sistema de pulsación en un equipo de ordeña mecánica, éste no tiene prácticamente ningún efecto en el ordeño, la salud de la ubre y en la calidad higiénica de la leche.

Es importante señalar que en ningún caso se superaron las pulsaciones por minuto recomendadas por la IDF/FIL.

En resumen, se pudo constatar que en el caso de las variables medidas, los valores encontrados estuvieron dentro de los rangos que indica la literatura o el fabricante de los equipos.

4.2 Estado higiénico de los equipos de ordeña de acuerdo a la pauta de evaluación

4.2.1 Trampa de vacío. De acuerdo a los datos obtenidos de la pauta de evaluación aplicada en terreno, en cuatro de los equipos estudiados, pertenecientes a los productores 820, 2477, 2649 y 2451, la trampa de vacío presentó un estado higiénico calificado como malo, vale decir sucia, con restos de leche y grasa, más óxido por efecto de la humedad. Estos depósitos ya envejecidos son evidencia de la despreocupación y desconocimiento por parte de los productores por limpiar esta parte del equipo, ya que al estar anexo a la bomba de vacío se toma como parte de ésta y se puede pensar erróneamente que por no estar en contacto directo con la leche no es un foco de contaminación.

Coincidentemente, la leche de estos productores (820, 2477, 2649 y 2451) durante todo el período de estudio presentó los recuentos de bacterias mesófilas aerobias más altos (ver CUADRO 11 y FIGURA 10). Según PALMER (1980), la higiene de la trampa de vacío es esencial para resguardar la contaminación que

podiera provenir de la línea de vacío del equipo de ordeña; probablemente siempre que se encuentre en buenas condiciones y no como ocurrió durante el estudio.

4.2.2 Línea de vacío. Los siete equipos evaluados mostraron evidencias de suciedad en esta pieza, encontrándose en todos ellos restos de tierra y polvo (ANEXO 4). Esto indirectamente pudiera afectar la calidad de la leche, ya que según FROST (1998), sin perjuicio de que se utilice o no un método de limpieza, la línea de vacío es un foco de contaminación de la leche, puesto que pueden haber filtraciones de tierra y otras impurezas, lo anterior se desprende de los resultados obtenidos en la pauta de evaluación aplicada en terreno.

4.2.3 Línea de leche (mangueras). En tres equipos se observó un estado regular de las mangueras de leche, (productores 820, 2649 y 2477), ya que presentaban restos de polvo y estaban gastadas. Sin embargo no se encontraron daños mecánicos que pudieran afectar directamente la calidad de la leche (grietas, fisuras, etc.). En el caso del equipo del productor 2451, las mangueras de leche fueron calificadas como malas, debido a coloración rosa púrpura en su interior, tonalidad que probablemente fue causada por el microorganismo *Streptococcus rubriticuli*. Según NORRIS (2000)*, este microorganismo es muy difícil de remover y si persiste es necesario recambiar las mangueras.

4.2.4 Pezoneras. El material de goma forma parte de numerosas piezas de los equipos de ordeña, entre ellas las gomas de las pezoneras. En el presente estudio las pezoneras de los equipos de los productores 2649, 820 y 2477 presentaron un estado regular, encontrándose en ellas principalmente restos de leche y grasa entre los pliegues interiores de la vaina de goma, especialmente

*NORRIS, P. 2000. [http:// www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/facts/info_trshfl.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/facts/info_trshfl.htm)

en el caso del productor 2477. Coincidentemente las muestras de leche de estos productores fueron las que presentaron en promedio y prácticamente las seis quincenas que duró el estudio los mayores recuentos microbiológicos (ver FIGURA 10 y CUADRO 12).

ALAIS, (1985), indica que el mayor aporte de gérmenes a la leche cruda lo realizan las instalaciones sucias (equipos) aportando hasta $4,8 \times 10^6$ ufc/ml, seguido de las pezoneras deterioradas, las cuales aportan hasta con $5,0 \times 10^5$ ufc/ml, por lo que podría ser esta la causa de los altos y mayores recuentos microbiológicos encontrados principalmente en las muestras de leche del productor 2477.

VEISSEYRE (1980), señala que las pezoneras sufren deformaciones repetidas y están sometidas a la acción de los productos detergentes y desinfectantes utilizados. Por lo tanto, las pezoneras presentan siempre, tras un período de utilización, fisuras más o menos profundas que van a ser colonizadas por los microorganismos, siendo muy difícil su eliminación por las soluciones desinfectantes, de aquí la imperiosa necesidad de cambiar las pezoneras cuando aparecen estas fisuras. En relación a ello, se puede señalar que el cambio de pezoneras que efectuó el productor 2477 en la última quincena del estudio antes del último muestreo, pudo ser la causa de la disminución notoria del recuento microbiológico en este último muestreo (ver FIGURA 10). Lo indicado anteriormente corrobora lo dicho por CASADO y GARCÍA (1985), quienes señalan que las partes de goma absorben hasta un 30% de su peso en grasa y que su vida útil está limitada por efecto de las temperaturas de lavado e higienización de los equipos y a la vez son las que aportan en mayor proporción a la contaminación de la leche, situación que pudo haber sucedido con la leche del productor 2477 hasta el momento en que realizó cambio de pezoneras, después de lo cual se produjo una disminución notoria de los recuentos microbiológicos de su leche.

4.2.5 Colectores. De acuerdo a los resultados obtenidos a través de la pauta de evaluación aplicada en terreno, se puede señalar que el estado higiénico de los colectores de los equipos de cuatro de los siete productores estudiados (820, 2649, 2477 y 2782) era regular, ya que presentaban restos de leche adheridos en su interior. Esta situación se podría registrar ya que según PALMER(1980) y ESPINA (1970), la parte del equipo de ordeña que es más difícil de mantener limpia es el colector, esto debido al número y tipo de los diferentes componentes que están asociados a él, y que en conjunto conforman la unidad de ordeño (mangueras de leche, mangueras de pulsación, pezoneras, etc.).

Por otra parte, en relación a las demás variables evaluadas se puede señalar que la totalidad de los productores utilizan productos higienizantes y detergentes para la limpieza y desinfección de los equipos de ordeña, sin embargo en algunos casos los métodos para calentar el agua utilizada no eran los más adecuados. Un ejemplo de ello fue el caso del productor 2649, quien no contaba con gas y utilizaba leña, calentando el agua para limpieza en un tambor al aire libre; a su vez productores como el 820 no usaban agua caliente para la limpieza de los equipos, y los demás lavaban con agua caliente día por medio, alternando con lavados de agua fría, lo que obviamente no es lo más adecuado según lo señalado en el punto 2.9.4.

FAO (1981), señala que la limpieza y desinfección dependen fundamentalmente de los siguientes factores: energía térmica (temperatura), energía química (productos detergentes), energía física (agua escobillado), y el tiempo de lavado. Cuando estos cuatro factores se complementan ordenadamente, se obtiene una limpieza y desinfección óptima, situación que no se dio en la totalidad de los equipos estudiados, pudiendo ser un factor importante en la contribución de microorganismos a la leche por parte del equipo de ordeña.

CASADO y GARCÍA (1985), señalan que si hay una limpieza eficaz y una rutina de desinfección correcta, la contribución bacteriana del equipo a la leche es realmente baja (menos de 1.000 ufc/ml de leche).

En cuanto al estado higiénico de los pulsadores de los equipos de ordeña, la totalidad presentó un estado bueno de esta pieza no observándose restos de polvo ni tierra que pudieran causar un mal funcionamiento de éstos.

4.3 Calidad higiénica de las muestras de leche de los productores

4.3.1 Recuento total de bacterias aerobias mesófilas, (ufc/ml). Los recuentos microbiológicos de las muestras de leche obtenidos en los análisis después de cada muestreo expresados como logaritmo de ufc/ml se muestran en el CUADRO 11. Allí se observa que estos fluctuaron entre 3,95 y 6,27 (productores 2782 y 2477 respectivamente).

CUADRO 11 Recuento total de bacterias en muestras de leche, por quincena y por productor (log ufc/ml).

	ABRIL		MAYO		JUNIO	
Productor	1era. quincena	2da. Quincena	3era. Quincena	4ta. Quincena	5ta. Quincena	6ta Quincena
1850	4,17	4,68	4,60	4,67	4,74	4,59
820	5,30	5,38	5,34	5,42	5,49	5,23
844	4,69	4,94	4,72	4,76	4,98	4,78
2451	4,81	5,09	5,13	5,22	5,15	4,89
2649	4,98	5,19	5,26	5,01	5,04	5,18
2477	6,27	6,19	5,93	5,96	5,71	4,51
2782	4,14	3,95	4,56	4,61	4,38	4,46

Al analizar estadísticamente por medio de un Andeva la situación desde el punto de vista de las quincenas de muestreo (ANEXO 5), se observó que no existieron diferencias significativas entre los recuentos microbiológicos ($P > 0,05$).

En la FIGURA 10, se puede ver en forma gráfica lo ocurrido con los recuentos microbiológicos de las muestras de leche de los siete productores estudiados a lo largo de las seis quincenas de muestreo.

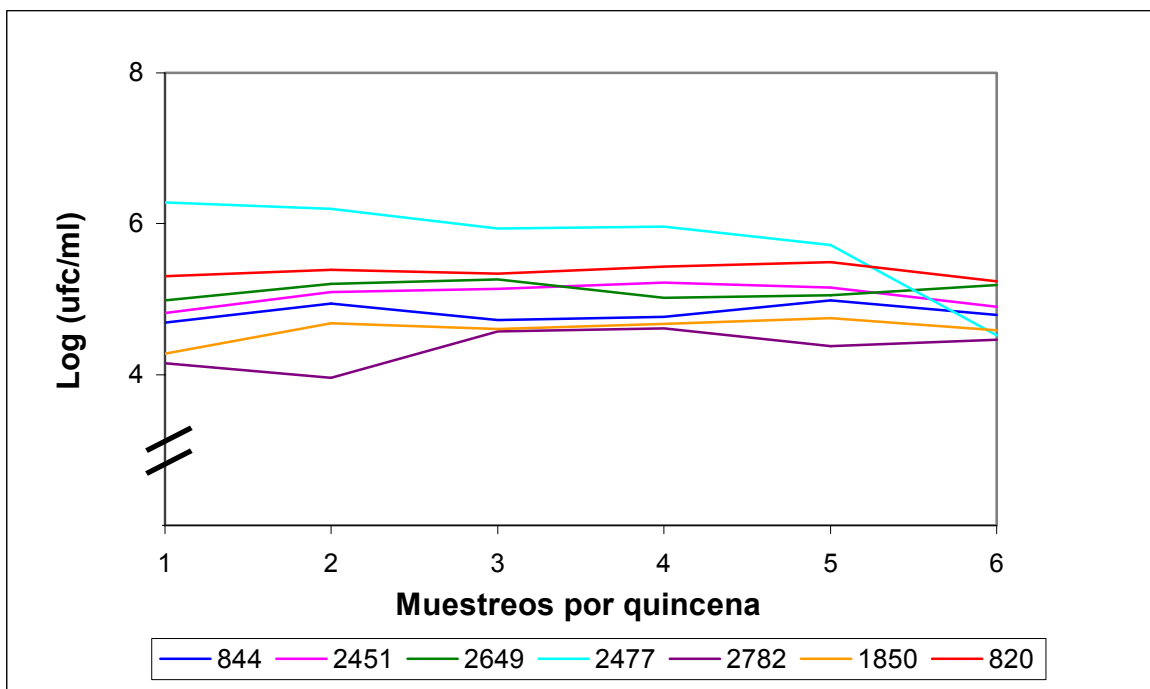


FIGURA 10 Evolución del recuento total de microorganismos en las muestras de leche durante el período de estudio, por productor (log ufc/ml).

En esta figura se observa que en la mayoría de las quincenas, las muestras de leche de los productores tienden a tener recuentos microbiológicos estables durante el período de estudio, excepto en el caso de las muestras del productor 2477, ya que en el último muestreo el recuento disminuyó notoriamente en relación a la penúltima quincena y a las anteriores, (520.000 ufc/ml a 33.000 ufc/ml), lo que significó un mejoramiento de la calidad de su leche. Esta situación coincidió con el reemplazo de las pezoneras de goma del equipo de ordeña efectuado justamente antes del último muestreo, las que estaban gastadas, agrietadas y con restos de grasa, hecho que ya se comentó anteriormente en el punto 4.2.4 de este estudio.

La importancia de las partes de goma de un equipo de ordeña en la calidad higiénica de la leche, radica en que estas contribuyen entre 10 a 117 veces más con microorganismos que las partes metálicas o plásticas, esto debido a la alta capacidad de absorber grasas, sobre todo cuando están gastadas (PALMER, 1980), lo que confirma lo comentado en los puntos precedentes.

HEESCHEN (1998), señala que una leche producida bajo correctas condiciones higiénicas no debiera poseer más de 10.000 ufc/ml, sin embargo este nivel de recuentos microbiológicos no se alcanzó en el 97,7% de las muestras de leche analizadas.

CUADRO 12 Contenido promedio de bacterias aerobias mesófilas de la leche, desviación estándar, valores máximos y mínimos encontrados durante el período de estudio, por productor (log de ufc/ml).

Productor	Promedio	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	(*)
2782	4,36	0,26	3,95	4,61	a
1850	4,60	0,17	4,27	4,74	a
844	4,82	0,12	4,69	4,98	a
2451	5,05	0,16	4,81	5,22	a
2649	5,12	0,11	4,99	5,26	a
820	5,36	0,09	5,23	5,49	a
2477	5,77	0,64	4,51	6,27	b

(*) Letras distintas indican que existen diferencias significativas al 95% de confianza.

En el CUADRO 12 aparecen los promedios, la desviación estándar además de los valores máximos y mínimos encontrados para los recuentos microbiológicos de las muestras de leche de los distintos productores durante el período de estudio. De estos antecedentes se puede señalar en primer lugar que el recuento promedio más alto de unidades formadoras de colonias lo arrojaron las muestras de leche de los productores 2649, 820 y 2477, lo que como se señaló en el punto 4.2.4, coincidió con un estado regular de las pezoneras de los equipos, entendiéndose como tal la presencia de pliegues y restos de grasa,

factor que probablemente contribuyó con un mayor nivel de contaminación a la leche, lo que coincide con lo señalado por ALAIS (1985); CASADO y GARCIA (1985), VEISSEYRE (1980) y PALMER (1980).

Por otra parte, al analizar por medio de un Andeva los valores promedio de los recuentos microbiológicos de las muestras de leche (ANEXO 5), se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0,05$), entre estos. Este resultado era esperado puesto que no todos siguen las mismas normas de manejo e higiene del equipo, según los resultados de la pauta de evaluación aplicada en terreno (ver ANEXO 4).

Al aplicar a los datos obtenidos el test de comparación múltiple de Tuckey (ANEXO 5), se observó que el recuento promedio de unidades formadoras de colonias (ufc/ml) de las muestras de leche del productor 2477, fue significativamente mayor que el resto de los productores.

4.3.2 Recuento de células somáticas, (cél./ml). En el CUADRO 13 se presentan los recuentos de células somáticas de las muestras de leche para cada una de las seis quincenas que duró el estudio. Estos recuentos fluctuaron entre 82.000 células./ml (productor 2451) y 497.000 células./ml (productor 2649).

CUADRO 13 Recuento de células somáticas en muestras de leche, por quincena y por productor (cél./ml).

Productor	ABRIL		MAYO		JUNIO	
	1era. Quincena	2da. Quincena	3era. Quincena	4ta. Quincena	5ta. Quincena	6ta Quincena
1850	399.154	365.574	380.627	467.903	423.641	413.665
820	214.883	155.496	116.324	90.815	211.620	112.423
844	395.952	324.719	301.765	334.217	286.675	229.634
2451	85.994	82.072	98.216	105.774	96.311	127.357
2649	418.370	487.839	366.128	497.630	412.684	386.723
2477	388.474	271.498	146.255	156.231	147.287	120.601
2782	184.990	298.126	370.660	304.215	286.525	250.639

Al analizar estadísticamente por medio de un Andeva el comportamiento de los recuentos de células somáticas con respecto a las quincenas de muestreo (ANEXO 6), no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

En la FIGURA 11 se muestran los recuentos celulares de las muestras de leche de los productores durante el tiempo de estudio.

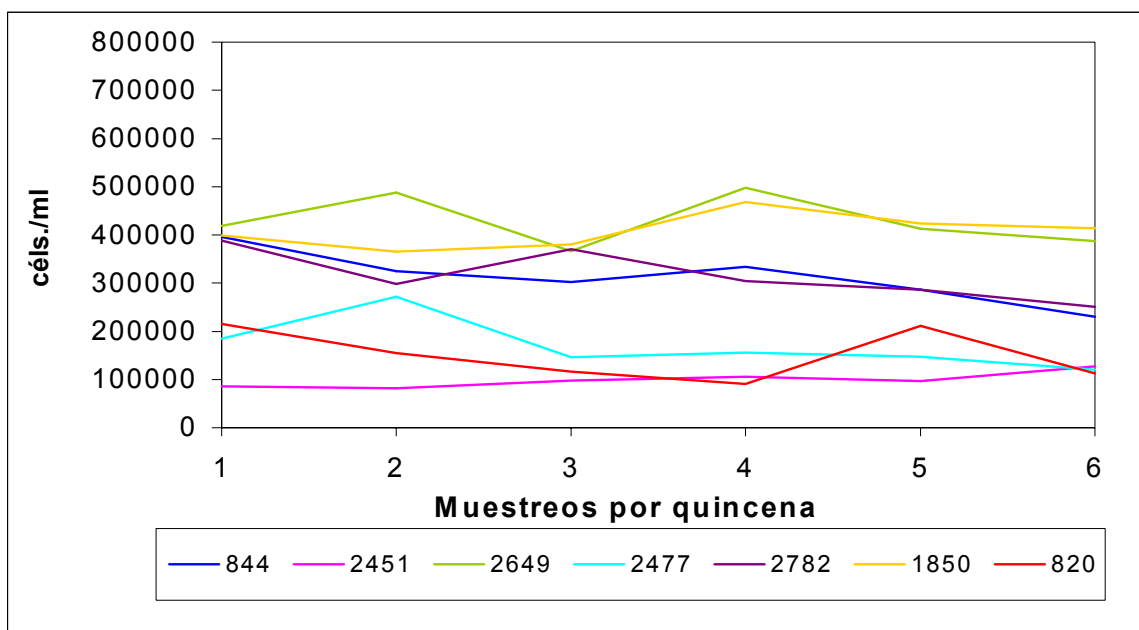


FIGURA 11 Evolución del recuento de células somáticas en las muestras de leche por productor, durante el período de estudio.

Al observar la FIGURA 11 se puede señalar que el comportamiento de los recuentos celulares de la leche de los productores estudiados fue constante, sin apreciarse niveles de recuentos sobre las 500.000 células/ml. Según ALAIS (1985), este valor es un criterio básico para diferenciar a un cuarto mastítico de uno sano, pudiendo aseverarse que no se habrían presentado problemas de mastitis clínica al interior de los rebaños de los productores durante el estudio. Los mayores contenidos de células somáticas lo presentaron las muestras de leche de los productores 2649 y 1850.

Cabe recordar que una leche con altos recuentos de células somáticas trae consigo un efecto negativo en la obtención de productos lácteos de calidad por parte de la industria, además posee un alto riesgo desde el punto de vista de la salud pública ya que puede haber presencia de patógenos como *Staphylococcus aureus* (PHILPOT y NICKERSON, 1992).

En el CUADRO 14 se observan los promedios, desviación estándar además los valores máximos y mínimos encontrados durante el estudio, para el recuento de células somáticas de la leche.

CUADRO 14 Contenido promedio de células somáticas de la leche, desviación estándar, valor máximo y mínimo encontrado durante el período de estudio, por productor (cél./ml x 1.000)

Productor	Promedio	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	(*)
2451	99,2	16,2	82	127	a
820	150,2	53,0	91	214	a
2477	171,1	61,6	185	370	a
2782	315,8	104,2	120	388	b
844	312,1	55,1	230	396	b
1850	408,4	63,2	251	424	c
2649	428,2	53,4	366	497	c

(*) Letras distintas indican que existe diferencia significativa al 95% de confianza.

Se puede señalar que la leche del productor 2451 obtuvo en promedio los recuentos más bajos, con 99.200 células./ml, mientras que la leche del productor 2649 arrojó en promedio el recuento más alto (428.200 células./ml).

Al estudiar estadísticamente por medio de un Andeva el comportamiento de los recuentos de células somáticas con respecto a las quincenas de muestreo (ANEXO 6) no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$).

De acuerdo a estos resultados, los recuentos promedios de células somáticas de la leche de los productores 2451, 820, 2477, 2782 y 844 no serían consecuencia de animales enfermos, puesto que según KLEINSCHROTH y RABOLD (1991), presentan recuentos promedio inferiores a 350.000 céls./ml.

Por otro lado, al analizar estadísticamente por medio de un Andeva el comportamiento de los recuentos de células somáticas promedio de los siete productores, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$). De acuerdo al test de comparación múltiple de Tuckey (ANEXO 6), se observó que existen tres grupos de productores que obtuvieron recuentos de células somáticas (céls./ml) homogéneos durante el estudio. De las cifras que aparecen en el CUADRO 14 se deduce que el recuento promedio de células somáticas de las muestras de leche de los productores 1850 y 2649 fue significativamente mayor que el resto de los productores. A su vez el recuento promedio de las muestras de leche de los productores 2782 y 844 fue significativamente mayor que el de los productores 2451, 820 y 2477.

Es importante señalar que en el caso de las muestras de leche de los productores 1850 y 2649 además de presentar recuentos promedios significativamente mayores que el resto, presentaron a su vez los mayores recuentos celulares a lo largo de todo el período de estudio. Lo anterior se debe probablemente a que en ambos casos se detectaron deficiencias en el manejo de los animales, como por ejemplo el secado de los pezones de las vacas se hacía con un solo paño para todas (ver ANEXO 4), el que se transforma en un vehículo de transmisión de microorganismos entre vacas y entre los cuartos de una misma vaca. Al respecto TOLLE (1980), señala que los agentes infecciosos responsables de la mastitis pueden ser transmitidos por varias fuentes, entre otras los paños de secado. Esto indica entonces la necesidad de utilizar toallas de papel desechables para cada vaca tal como lo señalan PHILPOT y NICKERSON (1992), quienes afirman que esto es un punto importante para

prevenir la propagación de microorganismos causantes de mastitis entre los animales.

Además, hay que señalar que las pezoneras del equipo del productor 2649 se encontraba en regular estado y ambos (2649 y 1850) no llevaban registros de C.M.T. (California Mastitis Test) en la lechería (ver ANEXO 4); este último factor es importante, puesto que al no tener un registro podrían ser ordeñadas mezcladas las vacas sanas con aquellas que presenten algún tipo de infección tanto clínica como subclínica (PHILPOT y NICKERSON, 1992).

Hay que mencionar igualmente que la totalidad de los productores usaban pesos o apoyos para extraer la leche de las vacas con "pezones duros", situación que puede producir desgarros al interior de la ubre de los animales predisponiendo a una infección y a la aparición de mastitis.

Los recuentos de células somáticas detectados en las muestras de leche de los productores estudiados (inferiores a 500.000 céls./ml), coinciden con lo señalado por HEIMLICH y CARRILLO (1995), en que indicaban que la incidencia de mastitis en los rebaños de pequeños productores de la Décima Región en ese entonces era leve, e incluso al hacer un seguimiento de las partidas de leche entregadas por seis Centros de Acopio Lecheros de la zona, obtuvieron que aproximadamente un 90% de ellas poseían recuentos inferiores a 500.000 céls/ml. Sin embargo, hay que señalar que de acuerdo a los esquemas de pago del ANEXO 2, al menos una industria a Septiembre de 2001 aplicaba descuento de \$3,65/l al precio base a aquellas partidas que tuvieran más de 400.000 céls./ml; lo que en este estudio se dio en algunas de las quincenas analizadas en la leche de los productores 1850 y 2649.

Finalmente, hay que señalar que como los recuentos de células somáticas encontrados durante el estudio, no sobrepasaron las 500.000 céls./ml, las

variables que caracterizaron el estado mecánico de funcionamiento en la totalidad de los equipos no habrían ejercido influencia sobre los recuentos más altos de células somáticas, ya que en la totalidad de los equipos los valores para estas variables estuvieron dentro de los rangos que indica la norma.

Al respecto BENDA (1997), señala que un equipo de ordeña funcionando en buenas condiciones mecánicas no tiene un efecto detectable en los niveles de mastitis.

5 CONCLUSIONES

Todos los equipos estudiados cumplieron con las normas señaladas para razón y frecuencia de pulsación, no así para los valores de vacío en la bomba y en las pezoneras, donde se encontraron valores ligeramente menores a los recomendados por el fabricante (50 Kpa) y mayores a los exigidos por la normativa vigente (42-45 Kpa), para equipos de línea baja.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza ($P > 0,05$) entre las quincenas, para un mismo productor, entre los contenidos de unidades formadoras de colonias y entre los contenidos de células somáticas de las muestras de leche.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de leche, entre los productores, para el contenido de unidades formadoras de bacterias ($P < 0,05$), atribuibles probablemente al distinto estado de mantención e higiene de las pezoneras. El mayor recuento de bacterias estuvo asociado principalmente al estado regular de las pezoneras (pliegues y restos de grasa).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de leche, entre los productores, para el contenido de células somáticas ($P < 0,05$).

6 RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue describir el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña de 7 productores asociados a un CAL y evaluar la calidad higiénica de la leche de éstos, a través del recuento total de bacterias y contenido de células somáticas.

Se aplicó una pauta de evaluación basada en criterios predefinidos para catalogar el estado de los equipos. Se midió vacío a nivel de la bomba y pezoneras además de las razones y frecuencias de pulsación. Se tomaron muestras de leche a nivel predial desde los tarros, inmediatamente después de la ordeña y se analizaron para ver el contenido de unidades formadoras de colonias y células somáticas. Todos los equipos estudiados cumplieron con las normas señaladas para razón y frecuencia de pulsación, no así para los valores de vacío en la bomba y las pezoneras, donde se encontraron valores ligeramente menores a los recomendados por el fabricante (50 Kpa) y mayores a los exigidos por la normativa vigente (42-45 Kpa), para equipos de línea baja.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza ($P > 0,05$) entre las quincenas, para los análisis de unidades formadoras de colonias y células somáticas en las muestras de leche. Se encontraron diferencias significativas entre los productores, para los contenidos de unidades formadoras de colonias y células somáticas ($P < 0,05$), atribuibles a algunos problemas en el manejo e higiene de los equipos de ordeña, principalmente a nivel de las pezoneras en el primer caso; y al uso de paños de secado común para los pezones en el segundo caso.

SUMMARY

The general objective of the present investigation was, to describe the state and operation of milking machines of 7 producers associated to a Milk Collection Center and to evaluate the hygienic quality of raw milk through the total count of bacteria and somatics cell count.

A guideline based on predefined criteria was applied to evaluate the state of the equipment. One was vacuum at level of the pump and teatcups, and the rate and frequency of pulsation. Samples were taken from milk at farm level from the jars, immediately after milking and analyzed to see the bacteria and somatics cell counts. All the studied equipment fulfilled the norms indicated for ratio and frequency of pulsation, not thus for the values of vacuum in the pump and teatcups, where were slightly smaller values to recommended by the manufacturer (50 Kpa) and higher to the demanded ones by the effective norm (42-45 Kpa), for equipment of low line.

No statistically significant differences to 95% of confidence ($P>0.05$) between the fortnights, for the bacteria and somatic cell counts in the milk samples were found. Significant differences between the producers, for the contents of bacteria and somatic cells ($P<0.05$) were attributable to some problems in the handling and hygiene of the milk equipment, mainly at level of the teatcups in the first case; and to the use of common cloth for drying of nipples in the second case.

7 BIBLIOGRAFIA

- AGROANALISIS. 2001. Edición 203. Julio 2001. Agroanálisis Ltda. 36p.
- ALAIS, CH. 1985. Ciencias de la leche. Principios de tecnología lechera. Segunda edición. Barcelona. Editorial Reverté. 873 p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1992. Standard methods for the examination of dairy products. 16th Edition. Washington D.C. 546 p.
- ANRIQUE, R. 1999. Descripción del Chile lechero. En: ANRIQUE, R.,LATRILLE, I., BALOCHI, O., ALOMAR, D., MOREIRA, V., SMITH, R., PINOCHET, D., VARGAS, G. Competitividad de la producción lechera nacional. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Vol. I: 1-28.
- BENDA, P. 1997. The Effect of pipeline milking equipment on the incidence of The main mastitis pathogens in samples of milk from tanks. Vyskum-v-Chovu Skotu. 39: 16-20. Original no consultado. CAB abstracts 2001.
- BOOTH, J. 1998. Recuento de células somáticas como indicador de mastitis. En: J. KRUIZE, Editor. Control de mastitis y calidad de leche. II jornada CONAMASCAL, Abril 1998.
- CARRILLO, B. y VIDAL, C. 2001. Calidad higiénica de la leche. Agroeconómico Fundación Chile. Nº 64, Septiembre 2001: 46-50.

- CARRILLO, B. y VIDAL, C. 1999. Calidad higiénica de la leche cruda de pequeños productores vinculados a Centros de Acopio Lecheros. In: Curso de perfeccionamiento Mejoramiento de la calidad higiénica de la leche en pequeños productores. Escuela de postgrado y postítulo Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. 147-171 p.
- CARRILLO, B. 1997. Calidad higiénica de la leche cruda. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)-Universidad Austral de Chile. Valdivia. Uniprint S.A. 110 p.
- CASADO, P. y GARCIA, J. 1985. La calidad de la leche y factores que la influyen. 1^a edición, Industrias lácteas españolas 81: 1-300.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), 1980. Norma Chilena 1011.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), 1980. Norma Chilena 1746.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP), 2000. Programa Nacional de integración de pequeños productores por rubro, Ediciones Prorubro 28 p.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2000. Reglamento Sanitario de los Alimentos. D.S. N° 977. Ediciones Publiley. Santiago de Chile. 220 p.
- ESPINA, F. 1970. Reconocimiento higiénico y ensayo de higienizadores en equipos de ordeña mecánica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias 103 p.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, (FAO). 1981. Ordeño e higiene de la leche. Equipo regional de fomento y capacitación en lechería de FAO para América latina. Santiago de Chile. 68p.
- FROST, A. 1998. Influence of milking interval on the total bacterial count in a simulated automatic milking system. *Journal of Dairy Research* (65): 125-129.
- GRIGNANI, U. 1970. El ordeño mecánico, Técnica y Fisiología. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 131 p.
- HAMANN, J. 1997. Guidelines for evaluation of the milking process. In: *International Dairy Federation Bulletin. Recommendations for presentation of mastitis - related data.* N° 321. 26-30.
- HARMON, R. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science.* (77): 18-21.
- HEESCHEN, W. 1998. Higiene y seguridad de la leche en los mercados europeos e internacionales. *Industrias lácteas Españolas.* 229 (55):64.
- HEIMLICH, W. y CARRILLO, B. 1995. Manual para Centros de Acopio de leche. Corporación de fomento de la producción (CORFO) - Universidad Austral de Chile. Egall- Master print. Ltda. 166 p.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL). 1999. Functional requirements for milking machines. *Bulletin* N° 358. 27p.

- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL). 1998. Payment systems for ex - farm milk. Bulletin N° 331. 36p.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL). 1990. Handbook on milk collection in warm countries. Special issue N° 9002. 148 p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). 1996. Milking Machine installations - Construction and Performance. International Standard 5707. International Organization for Standardization, Génova, Suiza. 47p.
- KLEINSCHROTH, E. y RABOLD, K. 1991. La mastitis. Ediciones médicas. Grunland ediciones. Barcelona. España. 78 p.
- KRUZE, J. 1998. Esquemas de pago de leche por calidad en Chile y su impacto sobre la calidad higiénica de la leche. En: J. KRUIZE, Editor. Control de mastitis y calidad de leche. II jornada CONAMASCAL, Abril 1998.
- MABBITT, L. 1980. The bacteriological quality of raw milk: Summary. In: International Dairy Federation Bulletin. Factors influencing the bacteriological quality of raw milk. N° 120. 30-31.
- MILKING MACHINE MANUFACTURERES COUNCIL (MMMC). 1993. Maximizing the milk harvest, a guide for milking systems and procedures, Part I. Chicago Illinois, Edited By Equipment Manufacturers Institute. U.S.A. 475p.
- MORTEN, D. 1998. Milking performance and udder health of cows milked with two different liners. Journal of Dairy Research (65): 353-363.

- O'CALLAGHAN, E. 1996. Measurement of liner slips, milking time, and milk yield. *Journal of Dairy Science* (79): 390-395.
- PALMER, J. 1980. Contamination of milk from the milking environment. In: *International Dairy Federation Bulletin. Factors influencing the bacteriological quality of raw milk.* N° 120. 16-21.
- PEELER, J., GREEN, J. y FITZPATRICK, L., 2000. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count british dairy herds. *Journal of Dairy Science* 83: 2464-2472.
- PHILPOT, N. y NICKERSON, S. 1992. Mastitis: El Contra Ataque. Una estrategia para combatir la mastitis. Babson Bros. Co. Naperville, Illinois, U.S.A. 150p.
- PONCE DE LEON, J. 1993. La máquina de ordeño y el tanque refrigerante, Factores fundamentales para obtener leche de calidad para la industria. *Industrias Lácteas Españolas* N° 169: 33-40.
- RASMUSSEN y MADSEN, 2000. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *Journal of Dairy Science* (83): 77-84.
- REYDET, L. 1975. Evaluación de eficiencia detergente e higienizante de un producto yodado comercial para uso de salas de ordeña mecánica. Tesis Tecnólogo Médico. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Medicina. 43p.

- SAN MARTIN, F. 1975. Estudio comparativo de diferentes productos detergentes e higienizantes comerciales para uso en equipos de ordeña mecánica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias 33 p.
- SOKOLOW, A., TEMPLEY, M. y MEYER, A. 1980. Fabricación de productos lácteos. Zaragoza. España. Editorial Acribia. 343p.
- SUMNER, J. 1996. Farm production influences on milk hygiene quality. In: Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. FIL/IDF. Austria. March 1996
- TOLLE, A. 1980. The microflora of the udder. In: International Dairy Federation bulletin. Factors influencing the bacteriological quality of raw milk. N° 120. 30-31.
- VEISSEYRE, R. 1980. Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. Zaragoza. España. Editorial Acribia. 629 p.
- WILSON, D. 2000. Evaluation of an experimental milking pulsation system for effects on milking and udder health. Journal of Dairy Science 83 (9) : 2004-2007.
- WOLTERS, G y BOEREKAMP, F. 1996. Comparison of different cleaning systems for milking equipment. In: Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. FIL/IDF. Austria. March 1996.

ANEXOS

ANEXO 1

Pauta de evaluación utilizada durante la visita inspectiva, para verificar el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña (control, chequeo y revisión).

1.- Antecedentes generales

- 1.1 Nombre del productor.....
- 1.2 Fecha de la visita.....
- 1.3 N° del productor.....
- 1.4 Hora de la visita.....
- 1.5 Cada cuanto tiempo se controla o revisa el equipo.....
- 1.6 Quien revisa el equipo.....
- 1.7 Entrega instrucciones de manejo al operador.....

2.- Características del equipo

- 2.1 Marca del equipo y tipo (ej. Ordeña directo a tarro).....
- 2.2 Numero de unidades.....
- 2.3 Años de uso.....
- 2.4 Bomba de vacío (tipo).....
- 2.5 Motor.....
- 2.6 sistema de pulsación (ej. Eléctrico).....

3.- Estado y funcionamiento del equipo

- 3.1 Bomba de vacío
 - Bueno..... Regular..... malo.....
 - Indicar falla.....
- 3.1.1 Nivel o presión de vacío.....

3.1.2 Consume aceite

Si..... No..... Normal..... En exceso.....

3.2 Estado del regulador de vacío

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.3 Estado del sistema de pulsación

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.3.1 Número de pulsaciones/ minuto:.....

3.3.2 Relación de la pulsación.....

3.3.3 Línea de pulsación

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.4 Línea de leche

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.5 Línea de vacío

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.6 Estado del vacuómetro

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.6.1 Unidad en que se expresa el vacío.....

3.7 Estado de las pezoneras

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.8 Estado general de las partes de goma

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar falla.....

3.9 Niveles de vacío

En la bomba.....

En las pezoneras.....

3.10 Existen fluctuaciones de vacío

Sí..... No..... Normal..... Exceso..... Menor.....

3.11 Estado de las poleas de la bomba de vacío

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

3.12 Estado del colector

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

4.- Estado de limpieza

4.1 Trampa sanitaria

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

4.2 Regulador de vacío

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

4.3 Colectores de leche

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

4.4 Línea de leche (mangueras)

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

4.5 Línea de vacío

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

4.6 Pezoneras

Bueno..... Regular..... Malo.....

Indicar detalle.....

5.- Características del ordeño

5.1 Piso de tierra: Sí..... No.....

5.2 Piso de cemento: Sí..... No.....

Buen estado..... Regular estado..... Mal estado.....

5.3 Piso de madera: Sí..... No.....

Buen estado..... Regular estado..... Mal estado.....

5.4 Dispone de agua en el lugar de ordeño Sí..... No.....

6.- Preparación de la vaca para el ordeño

6.1 Los primeros chorros se los toma el ternero: Sí..... No.....

6.2 Elimina los primeros chorros: Sí..... No.....

6.3 Elimina los primeros chorros después de lavar y masajear: Sí..... No.....

6.4 Elimina los primeros chorros directo al suelo: Sí..... No.....

6.5 Lava los pezones: Sí..... No.....

6.6 Seca pezones con paño: Sí..... No.....

Paño individual..... Paño común.....

6.7 Seca los pezones con toalla desechable: Sí..... No.....

6.8 Usa pesos para extraer la leche residual (apoyo): Sí..... No.....

7.- Control de mastitis

7.1 Realiza control de mastitis (CMT): Sí..... No.....

7.2 Posee paleta de reactivos: Sí..... No.....

7.3 Lleva registro en la lechería de CMT: Sí..... No.....

7.4 Trata con antibióticos a las vacas con mastitis Clínica: Sí..... No.....

A veces..... Siempre.....

7.5 Trata con antibióticos a las vacas con mastitis Subclínica: Sí..... No.....

A veces..... Siempre.....

7.6 Ordeña al final a las vacas con mastitis: Sí..... No.....

7.7 Los tratamientos los recomienda y realiza el veterinario: Sí No.....
A veces..... Siempre.....

7.8 Los tratamientos los recomienda el veterinario y los realiza el agricultor:
Sí..... No.....
A veces..... Siempre.....

7.9 Los tratamientos los realiza el agricultor "según experiencia": Sí.... No.....

7.10 Considera tiempo de resguardo de la leche de todas las vacas, para enviarlas al CAL Sí..... No.....

7.11 Realiza dipping: Sí..... No.....

7.12 Realiza dipping diluido: Sí..... No.....

7.13 Se recambia el dipping diariamente desde el aplicador: Sí..... No.....

7.14 Hace terapia de secado: Sí..... No.....

7.14.1 A todas las vacas: Sí..... No.....

7.14.2 Solo a algunas: Sí..... No.....

8.- MANEJO DE TARROS

8.1 Mantiene a los tarros al aire libre Si..... No.....

8.2 Mantiene a los tarros a la sombra Si..... No.....

8.3 Recibe los tarros limpios desde el Centro de Acopio
Si..... No.....

OBSERVACIONES.....
.....
.....
.....
.....

ANEXO 2

Esquemas de pago de leche vigentes a Septiembre de 2001 (\$ por litro nominal), considerando solo variables de calidad higiénica.

Parámetros / Industria	PARMALAT		COLUN		CAFRA	
Precio Base	\$80.0		\$62.0		\$70.0	
Bonificación por calidad	Rango	\$/lt	Rango	\$/lt	Rango	\$/lt
céls./ml (miles)	<350	\$8,0	<250	\$8,50	<300	\$6,0
	350-400	\$4,0	250-400	\$3,50	300-350	\$4,0
	450-650	\$3,0	400-600	\$0,0	350-400	\$3,0
	650-750	\$0,0	600-750	-\$3,50	400-500	\$1,0
	750-1.000	-\$3,0	>750	-\$17,0	500-600	\$0,0
	>1.000	-\$5,0			600-700	-\$3,0
					700-1.000	-\$5,0
					1.000-1.500	-\$6,0
					>1.500	-\$7,0
ufc/ml (miles)	<35	\$8,0	<20	\$8,50	<30	\$6,0
	35-50	\$5,0	20-50	\$6,50	30-60	\$3,0
	50-100	\$3,0	50-200	\$3,50	60-100	\$1,0
	100-175	\$1,0	200-400	\$0,0	100-200	\$0,0
	175-300	\$0,0	>400	-\$2,50	200-300	-\$3,0
	300-450	-\$1,0			300-400	-\$5,0
	450-700	-\$3,0			400-500	-\$6,0
	700-1.000	-\$4,0			>500	-\$7,0
	>1.000	-\$5,0				

(continuación ANEXO 2)

Parámetros/Industria	NESTLE S.A.		LONCOLECHE		SOPROLE	
Precio Base	\$76.0		\$70.0		\$79.39	
Bonificación por calidad	Rango	\$/lt	Rango	\$/lt	Rango	\$/lt
céls./ml (miles)	<250	\$6,0	<300	\$7,50	<300	\$7,94
	250-400	\$4,0	300-400	\$5,0	300-400	\$6,35
	400-500	\$0,0	400-600	\$0,0	400-800	-\$6,35
	500-600	-\$3,0	600-700	-\$5,0	>800	-\$7,94
	>600	-\$6,0	>700	-\$7,0		
ufc/ml (miles)	<50	\$6,0	<30	\$6,00	<30	\$11,11
	50-100	\$5,0	30-60	\$3,00	30-50	\$9,53
	100-300	\$0,0	60-100	\$1,00	50-80	\$7,94
	>300	-\$6,0	100-400	\$0,0	80-100	\$6,35
			>400	-\$7,00	100-300	\$0,0
					>300	-\$7,94

ANEXO 3

Criterios que definieron las características de la pauta de evaluación (diagnóstico).

1.- Bomba de vacío

Buena: se considerará a la bomba de vacío en buen estado si presenta un nivel de vacío adecuado y constante, si presenta las paletas en buen estado y sin desgaste, si consume aceite en forma normal, si la tensión de la(s) polea(s) esta(n) normal (ni muy laxa, ni muy tensionada) y si no presenta(n) grietas o fisuras.

Regular: se considerará a la bomba de vacío en estado regular si presenta un nivel de vacío adecuado y cualquiera de las otras variables fallando.

Mala: se considerará a la bomba de vacío en mal estado cuando presente un vacío inadecuado, más cualquiera de las otras variables fallando.

2.- Regulador de vacío

Bueno: se considerará al regulador de vacío en buen estado si mantiene la presión constante en la línea de vacío, si no tiene piezas desgastadas ni rotas, si tiene la rejilla limpia (sin paja ni polvo), etc.

Regular: se considerará al regulador de vacío de vacío en regular estado si mantiene una presión constante, pero cualquiera de las otras variables fallando.

Malo: se considerará al regulador de vacío en mal estado cuando presente un vacío variable y fluctuante, más cualquiera de las otras variables fallando.

3.- Sistema de pulsación

Bueno: Se considerará al sistema de pulsación en buen estado cuando el número de pulsaciones por unidad de tiempo que se registren esté de acuerdo a la norma existente y cuando la razón de pulsación sea normal. (Haciendo diferencia entre pulsación electrónica y pulsación neumática).

Regular: Se considerará al sistema de pulsación en estado regular, cuando esté fallando en el número de pulsaciones por unidad de tiempo (fluctuante).

Malo: Se considerará al sistema de pulsación como malo, cuando no cumpla con la norma en cualquiera de las dos que se mencionan, pulsaciones por minuto y razón de pulsación.

4.- Línea de pulsación

Bueno: Se considerará a la línea de pulsación en buen estado cuando esté sin grietas, con superficies lisas y sin perforaciones.

Regular: Se considerará a la línea de pulsación en estado regular, cuando esté con las superficies gastadas, lisas y sin perforaciones.

Malo: Se considerará a la línea de pulsación mal estado, cuando esté con grietas, con superficies estriadas y con perforaciones.

5.- Línea de leche

Bueno: Se considerará a la línea de leche en buen estado cuando esté sin grietas, con superficies lisas y sin perforaciones y en estado higiénico aparentemente impecable.

Regular: Se considerará a la línea de leche en estado regular, cuando esté con las superficies gastadas, lisas y sin perforaciones y en estado de limpieza aceptable.

Malo: Se considerará a la línea de leche en mal estado, cuando esté con grietas, con superficies estriadas y con perforaciones, además cuando este sucia, con barro, restos fecales, paja y cuando presente coloración inadecuada.

6.-Línea de vacío (Considera a la trampa de vacío)

Buena: Se considerará a la línea de vacío en buen estado cuando esté sin grietas, con superficies lisas y sin perforaciones, cuando el sello esté en buen estado, cuando esté seca y sin olores extraños.

Regular: Se considerará a la línea de vacío en estado regular, cuando esté con las superficies gastadas, lisas y sin perforaciones, cuando esté seca sin olor y el sello en buen estado.

Mala: Se considerará a la línea de vacío en mal estado, cuando esté con grietas, con superficies estriadas y con perforaciones, además cuando este sucia, con barro, restos fecales, polvo y paja, además cuando se observe en su interior humedad, olores extraños.

7.- Estado del vacuómetro

Bueno: Se considerará al vacuómetro en buen estado, cuando esté integro e indique la presión de vacío sin problemas, cuando esté bien instalado y no se presenten fugas de aire.

Regular: Se considerará al vacuómetro en estado regular cuando este funcione sin problemas, pero presente anomalías (roto, fluctuaciones de la aguja).

Malo: Se considerará al vacuómetro en mal estado, cuando no esté integro e indique la presión de vacío con problemas por fallas de la aguja o cuando no pueda haber lectura confiable, cuando no esté bien instalado y se presenten fugas de aire.

8.- Estado de las pezoneras

Buenas: Se considerará a las pezoneras en buen estado, cuando estén sin grietas, con la superficie lisa, con las partes de goma integras y cumpliendo con la función de ordeña sin problemas, cuando estén limpias y sin restos de leche, grasa de leche ni otros agentes extraños (paja, polvo, tierra, restos fecales).

Regular: Se considerará a las pezoneras en estado regular, cuando cumpla sin problemas con la función de ordeña, pero presente cualquiera de las demás anomalías nombradas anteriormente.

Malas: Se considerará a las pezoneras en mal estado, cuando no cumpla con la función de ordeño y se presenten todas las anomalías antes mencionadas.

9.- Estado general de las partes de goma

Buenas: Se considerará a las partes de goma en buen estado cuando estén lisas, sin rugosidades, sin grietas y con tensión uniforme en toda su superficie. Limpias y sin restos de grasa de leche ni materias extrañas.

Regular: Se considerará a las partes de goma en regular estado cuando no estén lisas y presenten rugosidades, sin grietas y con tensión uniforme en toda su superficie, cuando presente además un estado de limpieza aceptable.

Malas: Se considerará a las partes de goma en mal estado, cuando no cumpla con la función de ordeño y presenten todas las anomalías antes mencionadas.

10.- Estado del colector

Bueno: se considerará al colector en buen estado si se encuentra totalmente limpio, si no tiene piezas desgastadas ni rotas, si tiene la tapa sin trizaduras, que no permita fugas de vacío ni de leche.

Regular: se considerará al colector en regular estado si mantiene una presión constante, pero que se encuentre sucio (restos de grasa y leche).

Malo: se considerará al colector en mal estado cuando presente fugas de vacío más cualquiera de las otras variables fallando.

Para la evaluación del estado de limpieza de las diferentes partes del equipo de ordeño, basándose en la inspección visual se obtendrá un diagnóstico de su estado higiénico considerando la presencia evidente de restos de leche, grasa y piedra de leche.

ANEXO 4

Resultados obtenidos luego de la aplicación de la pauta de evaluación en terreno.

1.- Antecedentes generales

	PRODUCTORES						
	1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Marca del equipo	FW	FW	FW	FW	FW	FW	FW
Tipo del equipo	LB	LB	LB	LB	LB	LB	LB
Número de unidades	2	2	6	3	4	3	4
Años de uso	4	4	4	4	4	3	4
Tipo de bomba de vacío	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.
Motor	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.	Eléct.
Sistema de pulsación	Neum.	Neum.	Neum.	Neum.	Neum.	Neum.	Neum.

Donde LB: Equipo de línea baja FW: Equipo marca Fullwood

2.- Estado y funcionamiento del equipo

		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Presión de vacío (Kpa)	Bomba	50,0	51,3	50,3	49,0	50,0	48,5	47,0
	Pezoneras	49,3	50,0	49,6	48,5	47,8	47,9	46,8
Estado de la bomba	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Consume aceite	Sí							
	No							
	Normal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estado del regulador de vacío	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Estado del sistema de pulsación	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							

		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Pulsaciones / minuto		60,2	59,2	58,7	59,3	58,7	55,9	59,6
Relación de pulsación	% Ordeño	71	71	59	64	65	62	63
	% Masaje	29	29	41	36	35	38	37
Línea de pulsación	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Línea de leche	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Línea de vacío	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Estado del vacuómetro	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Unidad de vacío		Kpa	Kpa	Kpa	Kpa	Kpa	Kpa	Kpa
Estado de las pezoneras	Bueno	✓		✓	✓			✓
	Regular		✓			✓	✓	
Estado general de las partes de goma	Bueno	✓	✓	✓	✓			✓
	Regular					✓	✓	
	Malo							
Hay fluctuaciones de vacío	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Normal							
	En exceso							
Estado de las poleas de la bomba de vacío	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Estado del colector	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							

3.- Estado de limpieza

ESTADO DE LIMPIEZA		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Trampa de vacío	Bueno	✓		✓				✓
	Regular							
	Malo		✓		✓	✓	✓	
Regulador de vacío	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Colectores de leche	Bueno	✓		✓	✓			
	Regular		✓			✓	✓	✓
	Malo							
Línea de leche (mangueras)	Bueno	✓		✓				✓
	Regular		✓			✓	✓	
	Malo				✓			
Línea de vacío	Bueno							
	Regular	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Malo							
Pezoneras y partes de goma en gral.	Bueno	✓		✓	✓			✓
	Regular		✓			✓	✓	
	Malo							

4.- Características del ordeño

CARACTERÍSTICAS DEL ORDEÑO		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Tipo de piso	Cemento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tierra							
	Madera							
Estado del piso	Bueno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Regular							
	Malo							
Posee agua en la sala	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							

5.- Preparación de la vaca para el ordeño

		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Los primeros chorros se los toma el ternero	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Elimina los primeros chorros	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Elimina los primeros chorros después de lavar y masajear	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Elimina los primeros chorros directo al suelo	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lava los pezones	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Seca los pezones	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Seca los pezones con paño individual	Sí		✓	✓	✓			✓
	No							
Seca los pezones con paño común	Sí	✓				✓	✓	
	No							
Usa apoyo para extraer la leche residual	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							

6.- Control de mastitis

		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Realiza control de mastitis (CMT)	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Posee paleta de reactivos	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Lleva registro de CMT en la lechería	Sí		✓	✓	✓		✓	✓
	No	✓				✓		
Trata con antibióticos a las vacas con mastitis clínica	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Trata con antibióticos a las vacas con mastitis subclínica	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							

Ordeña al final las vacas con mastitis	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Los tratamientos los recomienda y realiza el veterinario	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Los tratamientos los realiza el agricultor "según experiencia"	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Considera tiempo de resguardo de la leche de todas las vacas para enviarlas al CAL	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Realiza dipping	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Realiza dipping diluido	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Recambia dipping a diario desde el aplicador	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Realiza terapia de secado a todas las vacas	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Realiza terapia de secado solo a algunas	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

7.- Manejo de tarros

		PRODUCTORES						
		1850	820	844	2451	2649	2477	2782
Recibe los tarros limpios desde el centro de acopio	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							
Mantiene los tarros al aire libre	Sí							
	No	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mantiene los tarros a la sombra	Sí	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	No							

ANEXO 5

Análisis de varianza y pruebas de hipótesis específica para el contenido de unidades formadoras de colonias (log ufc/ml).

Tabla de Andeva para unidades formadoras de colonias (ufc/ml)

Source	Sum of Square	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Main effects					
A: Productores	8,1146	6	1,35274	17,03	0,0000
B: Quincenas	0,46596	5	0,093192	1,17	3,3454
Residual	2,3832	30	0,07944		
Total (Corrected)	10,9656	41			

Test de Rango Múltiple de Tuckey para unidades formadoras de colonias (log ufc/ml) por productor al 95% de confianza.

Productores	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2782	6	4,35399	a
1850	6	4,59557	a
844	6	4,81575	a
2451	6	5,05269	a
2649	6	5,11569	a
820	6	5,36418	a
2477	6	5,76794	b

ANEXO 6

Análisis de varianza y pruebas de hipótesis específica para el contenido de células somáticas (céls./ml).

Tabla de Andeva para contenido de células somáticas (céls./ml)

Source	Sum of Square	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Main effects					
A: Productores	5,93777 E ¹¹	5	9,89628 E ¹⁰	40,27	0,0000
B: Quincenas	1,10536 E ¹⁰	6	2,21072 E ⁹	0,9	0,4941
Residual	7,37202 E ¹⁰	30	2,45735 E ⁹		
Total (Corrected)	6,79205 E ¹¹	41			

Test de Rango Múltiple de Tuckey para células somáticas (céls./ml) por productor al 95% de confianza.

Productores	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2451	6	99.287	a
820	6	150.260	a
2477	6	171.724	a
2782	6	279.590	b
844	6	312.160	b
1850	6	408.427	c
2649	6	428,229	c