




UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
Facultad de Ciencias Veterinarias  
Instituto de Zootecnia

Evaluación de distintos métodos de higienización de equipos de ordeño mecánico

Tesis de Grado presentada como parte de  
los requisitos para optar al Grado de  
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA.

Rodrigo Rafael Grob Infante  
Valdivia Chile 2000

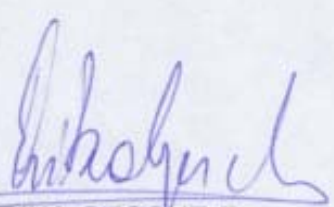
PROFESOR PATROCINANTE


  
Ing. BRUNO TWELE W.

PROFESOR COLABORADOR

JUAN PABLO SMULDERS R.

PROFESORES CALIFICADORES

  
DRA. ERIKA GESCHE R.

  
DR. FREDERIK AHUMADA M.

FECHA APROBACION

7 de Septiembre de 2000

A Mis Padres y Hermanos

## INDICE

1.-RESUMEN	1
2.- SUMMARY	2
3.- INTRODUCCION	3
4.- MATERIAL Y METODO	11
5.- RESULTADOS	15
6.- DISCUSION	22
7.- BIBLIOGRAFIA	26
8.- ANEXOS	28
AGRADECIMIENTOS	32

## 1. RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar tres tratamientos distintos para higienizar el equipo de ordeño mecánico, en los predios lecheros "Santa Rosa y "La Dehesa", pertenecientes a la comuna de Valdivia; y establecer una relación entre la contaminación bacteriana presente en el equipo y la contaminación bacteriana presente en la leche del estanque de almacenamiento.

Se tomaron semanalmente cuatro muestras de una solución Ringer® estéril (diluida a la cuarta parte), que se había hecho recircular previamente por el equipo, variando cada semana el tratamiento de desinfección, hasta completar tres repeticiones de cada uno de estos tratamientos. Además se tomó una muestra semanal del estanque de leche de cada predio durante las nueve semanas. Las muestras del equipo y de la leche del estanque fueron enviadas al laboratorio para cuantificar la contaminación bacteriana por medio de un recuento de bacterias aerobias mesófilas viables en placa.

El recuento de bacterias aerobias mesófilas viables obtenido de las muestras de solución Ringer® tomadas de los equipos resultó ser bajo en cada uno de los tratamientos de desinfección utilizados en ambos predios, sin embargo, se presentó un comportamiento de este recuento distinto según el predio, Estos tratamientos de desinfección utilizados no presentaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los dos predios.

El recuento de bacterias en el caso de la leche del estanque de almacenamiento presentó cierta variabilidad, obteniéndose un recuento promedio bajo las 10.000 ufc/ml en el caso de ambos predios, pero con desviaciones estándar bastante diferentes para cada uno de los tratamientos.

Se obtuvo una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la contaminación bacteriana del equipo y del estanque, en dos de los tres tratamientos utilizados en cada predio. Además se obtuvo un alto coeficiente de determinación para estos casos.

Palabras Clave: equipo de ordeño, recuento de aerobias mesófilas viables, calidad de leche.

## 2. SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate three different treatments to higienize the milking machines in "Santa Rosa" and "La Dehesa" milk farms which belong to the area of Valdivia, and to establish a relation between the bacterian contamination presente in the equipment and the contamination present in the milk tank.

Weekly four samples of steril Ringer® solution were taken (quarter dilution) which were previously ricycled throught the milking machine, varying each week the disinfection treatment, to complete three times each one of these treatments. Besides, a weekly sample was taken from the milk tank of each farm during nine weeks. The samples of the equipments and of the milk tank were taken to the laboratory to quantify the bacterian contamination aerobic mesophilic bacteria in plate count.

The aerobic mesofphilic bacteria count obtained from the samples of Ringer® solution taken from the milking machines resulted to be low in each one of the disinfections treatments used in both farms, however, a diferent counting behavior was present according to the farm. These disinfection treatments used did not present significantly differences in none of the farms.

The bacteria plate count in the case of the milk tank presented certain variability, obtaining a count under 10.000 ufc/ml in both farms, but with standard deviation very different for each one of the treatments.

A positive a significative correlation was obtained between bacterian contamination of the equipment and the milk tank in two of the three tratments used in each farm. Besides, a high coeficient of determination was obtained for these cases.

Key words: milking machine, aerobic mesophilic bacteria plate count, milk quality.

### 3. INTRODUCCION

#### 3.1 ANTECEDENTES GENERALES

Es importante señalar el desarrollo y crecimiento sostenido que ha experimentado el rubro lechero estos últimos años en nuestro país. Lo anterior se ve reflejado en el aumento de producción láctea que el año 1998 ascendió a 2.080 millones de litros, y a pesar de que en el año 1999 esta cifra bajó a 2.050 millones de litros, se estima que en el año 2000 se generará un repunte en la producción nacional de leche respecto al año 1999. Por su parte, la recepción de leche a nivel de planta, en Chile, ha crecido en los últimos diez años a una tasa promedio cercana al 7% anual, sobrepasando en el año 1998 los 1.530 millones de litros, sin embargo el año 1999 la recepción de leche en plantas bajó casi un 4% llegando a 1.469 millones de litros, esto debido a los bajos precios ofrecidos por las plantas a los productores, lo que genera que las proyecciones para el año 2000 no sean positivas, salvo que se presente un alza en el precio durante el segundo semestre. Un último dato importante de señalar corresponde a que en Chile existe una marcada sectorización de la producción láctea, ya que en la décima Región se encuentran la mayoría de los productores del país, y es en esta zona donde se concentra un 65% de la producción nacional de leche (ODEPA<sup>1</sup>).

En general, el incremento de la producción láctea este último tiempo está dado básicamente por tres factores. Un primer factor corresponde al aumento del poder adquisitivo de la clase media consumidora, lo que ha generado que éste estrato haya aumentado la demanda de productos lácteos. En segundo término se presenta la rentabilidad del rubro, la cual, a pesar de estar deprimida, muestra ventajas comparativas con otras actividades del área agrícola. Finalmente el tercer factor corresponde a la formación de centros de acopio para los pequeños agricultores lo cual le proporciona a este grupo de productores mayores posibilidades de comercialización de su leche lo cual también favorece el aumento de la producción nacional.

Otro factor importante de mencionar es que la leche es uno de los alimentos más completos que existen, entrega los nutrientes básicos para el desarrollo de la vida y es la fuente primaria de alimentación en los primeros meses de vida para el hombre y los animales. Según lo anteriormente planteado se puede decir que esto ha sido un factor muy importante para promover el desarrollo de la industria láctea, dada la alta calidad como alimento que posee este producto.

---

<sup>1</sup> [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)

Por su parte, hoy en día la demanda de alimentos cada vez mas sanos y completos es creciente, esto ha hecho que la industria de la leche haya tenido que crear y/o perfeccionar sus procesos industriales para los distintos productos de modo que se responda satisfactoriamente a las necesidades del mercado. A su vez, este mejoramiento de los productos también se ha visto favorecido con los nuevos sistemas de pago que realizan las plantas, ya que ello obliga en cierta medida a los productores a que generen una materia prima de mayor calidad tanto higiénica como composicionalmente, para así poder percibir una mayor rentabilidad en su producción.

### **3.2 CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE CRUDA**

La definición más utilizada para la calidad higiénica es aquella que señala la I.D.F. (International Dairy Federation), a la cual Chile pertenece desde 1978. Esta menciona que una leche de buena calidad higiénica debe caracterizarse por:

- Estar libre de microorganismos patógenos.
- No contener toxinas producidas por gérmenes.
- Estar libre de residuos químicos y sustancias inhibidoras.
- Tener un mínimo de células somáticas.
- Tener un mínimo de gérmenes saprofitos.
- Tener adecuadas características organolépticas.

Hay que tener en cuenta que hay organismos estatales que establecen reglas y requisitos para la leche de buena calidad higiénica, por ejemplo, el Ministerio de Salud, por medio del Reglamento Sanitario de los Alimentos (Chile, 1997), y el Ministerio de Agricultura a través de su Decreto #271 (Chile, 1978). Sin embargo, las plantas lecheras en la actualidad, requieren de leche que cumpla exigencias mayores a las establecidas por esta legislación. Este fenómeno hace que finalmente sean estas empresas lácteas las que individualmente plantean sus requisitos y establezcan sus sistemas de pago según un criterio de mayor exigencia que el establecido por los reglamentos. Tal es así, que la real mejoría en los parámetros de calidad higiénica medidos en los últimos tres años en Chile, se debe en su mayor parte a esta iniciativa de modificar los límites para la clasificación de las distintas categorías de leche, todo esto llevado a cabo por la industria lechera.

Por otra parte, la obtención de una leche de buena calidad higiénica se traduce en varias ventajas para la planta procesadora, ya que se ve aumentada la capacidad de conservación de los productos que se fabrican a partir esta leche, se disminuyen los tratamientos térmicos y por ende la pérdida de nutrientes. A nivel de consumidor disminuye el riesgo de la salud pública. Por último, el productor recibe mejores precios por su leche, debido a la bonificación otorgada por la planta a la leche con buena calidad higiénica (Rush y col., 1976).



Dentro de los parámetros de calidad higiénica en la leche cruda, el contenido de microorganismos, es sin lugar a dudas uno de los más importantes. El método oficial, en Chile, para determinar dicho contenido sigue siendo el TRAM (Tiempo de Reducción del Azul de Metileno), el cual es un sistema de medición antiguo y subjetivo. Sin embargo, las plantas lecheras están determinando el contenido microbiológico de la leche cruda por medio de otros métodos más objetivos y precisos. El más usado de estos métodos corresponde al Recuento Bacteriano Total ó recuento de bacterias aerobias mesófilas viables (RAM), dicho test consiste en realizar un cultivo en placa de una muestra de leche obtenida del estanque predial. El resultado de esta prueba se informa como unidades formadoras de colonias por mililitro de leche (ufc/ml). Este recuento bacteriano permite evaluar las condiciones higiénicas de extracción, almacenamiento y transporte de la leche; junto a ello existe el hecho de que un alto recuento bacteriano en la leche puede indicar una mayor probabilidad de que se introduzcan gérmenes patógenos en ella; así como también hace que la leche se deteriore, que se afecte la calidad de los productos lácteos originados a partir de ella, y que se incrementen los riesgos para la salud del consumidor. Lo anterior hace de suma importancia el conocimiento y control de los factores que influyen en la calidad microbiológica de la leche cruda.

El investigador Marshall (1985), menciona que las principales fuentes de contaminación de la leche son el interior de la ubre, la superficie del pezón y el equipo de ordeña. Palmer (1980), y Dood (1987), concuerdan en que el equipo de ordeña es la mayor fuente de contaminación bacteriana de la leche cuando la limpieza y desinfección no se ha efectuado correctamente. Es por ello que uno de éstos investigadores dice que sólo mediante una efectiva rutina de limpieza e higienización, la contaminación bacteriana proveniente del equipo de ordeño se encuentra dentro de los estándares permitidos (Palmer, 1980).

Un factor que cabe señalar y que tiene cierta incidencia en la calidad higiénica de la leche, es la calidad del agua a utilizar durante el proceso de ordeño y posterior limpieza y desinfección. Según la International Dairy Federation (1994), el agua utilizada para el lavado de superficies debe ser potable. Agüero y col. (1987), indican que la existencia de un alto contenido de bacterias totales y coliformes, disminuye la eficiencia de los procesos de higienización y, eventual mente, elevan el contenido microbiano de la leche. Además la contaminación fecal del agua implica riesgos de presencia de patógenos, ya que estos pueden multiplicarse, ya sea en la leche o en la superficie de un equipo mal lavado (Heimlich y Carrillo, 1995).

### **3.3 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO DE ORDEÑO**

Como se estableció al analizar las fuentes de contaminación de la leche, el equipo de ordeña limpiado inadecuadamente es la causa individual más importante de recuentos bacterianos elevados en la leche cruda. Esto se debe simplemente a que los residuos que quedan en la superficie son el nutriente perfecto para las

bacterias, con lo cual estas se desarrollan rápidamente (Ronce de León, 1993). Por esta razón, resulta esencial como primer paso de cualquier rutina de lavado de un equipo, la remoción de dichos residuos tan pronto como sea posible después de la ordeña, antes que se sequen y endurezcan,

Heimlich y Carrillo (1995), indican que una buena limpieza se obtiene cuando no quedan residuos orgánicos sobre la superficie que faciliten la propagación de bacterias, y por otro lado la higienización reduce el número de bacterias. Ambas operaciones son complementarias, la desinfección no puede ser eficiente si no ha sido precedida de una buena limpieza.

Es muy importante señalar que en el ámbito nacional aún existen fallas importantes en cuanto a este punto. Los problemas más frecuentes tienen relación con suministros de agua deficientes en volumen y presión, y de calidad dudosa. Además, se observan deficiencias en los sistemas de calentamiento del agua, siendo este uno de los principales problemas en el lavado y desinfección de los equipos de ordeño.

Todos los métodos recomendados para la limpieza, se basan en dos principios fundamentales (Dunsmore, 1981):

- Remoción de los residuos lácteos que pueden servir de nutrientes para las bacterias, mediante limpieza física y química.
- Destrucción de las bacterias no eliminadas junto con los residuos lácteos, por medio de higienización o desinfección.

### **3.3.1 Limpieza**

Uno de los factores más importantes en la acumulación de suciedad es la naturaleza de la superficie a limpiar. Es así como la integridad de la superficie, su porosidad, la humectabilidad de la superficie por un líquido o la reactividad química de la superficie con la suciedad, son factores que inciden en el depósito o adherencia de sustancias en la superficie de los utensilios. (Dunsmore y col., 1981).

Dood (1987), indica que los equipos y utensilios de lechería y almacenaje de leche deben ser de metal, preferiblemente de acero inoxidable o aluminio; además deben tener superficies lisas, íntegras, y con uniones de alta calidad. Cualquier irregularidad, tales como grietas o abolladuras en un equipo o utensilio de lechería facilita el depósito de la suciedad, lo que permitirá la multiplicación de los microorganismos.

Los componentes de la suciedad serán fácilmente removibles si se lava el equipo en forma adecuada, es decir, considerando el tipo de detergente a utilizar, la

rutina de lavado, dureza del agua, disponibilidad de agua caliente, tipo de equipo, etc. En caso de no disponer de éstas características, se producirán depósitos muy difíciles de remover (Gaete, 1982).

La frecuencia de limpieza debe ser la necesaria para mantener el control microbiológico, para aceptar la inocuidad del producto y para cumplir los requisitos del consumidor y las normas o estándares de higiene (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1991).

El investigador Gould (1990), señala una secuencia de un proceso de lavado, la cual tendría variaciones según el método a utilizar o el equipo del que se trate, pero en términos generales, menciona cuatro pasos lógicos a seguir en la limpieza de la mayoría de los equipos:

- 1° Preenjuague o enjuague preliminar con agua.
- 2° Lavado con un químico a una concentración y temperatura dada.
- 3° Enjuague a una temperatura dada.
- 4° Aplicación de un sanitizante.

El enjuague preliminar tiene como objetivo eliminar por arrastre la mayor parte de las impurezas, este enjuague debe realizarse hasta que el agua salga cristalina del equipo, ya que cualquier suciedad en el sistema aumenta el consumo de detergente, y además disminuye su eficiencia (Dunsmore *et al.*, 1981).

El lavado con detergente tiene por función remover todos los residuos de leche que pudieran quedar en el equipo. En esta etapa, como también en la desinfección, es necesario considerar además otros factores para obtener resultados satisfactorios: la selección y concentración del producto a utilizar, temperatura, efecto mecánico y duración de la limpieza (Alfa-Laval<sup>2</sup>; ICMSF, 1991).

El enjuague posterior al lavado durará lo suficiente como para lograr eliminar los restos de detergente que podrían contaminar la leche (Alfa-Laval<sup>2</sup>).

### **3.3.2 Desinfección**

La desinfección es un proceso habitual de enorme importancia en la industria de alimentos. La contaminación de objetos o utensilios, equipos, lugares de trabajo, ambiente y manipuladores tiene imprevisibles consecuencias, pudiendo afectar la calidad organoléptica y microbiológica de los alimentos, por lo que es de vital importancia asignar al proceso de desinfección la preponderancia que le corresponde. A su vez se señala que para efectos prácticos es importante considerar la carga inicial de microorganismos presentes al comenzar el proceso de desinfección, ya que no da lo mismo desinfectar luego de un deficiente lavado y

---

<sup>2</sup> Alfa-Laval. Dairy Handbook. Alfa-Laval AB. Sweden.

enjuague de las superficies donde habrá un alto inóculo, que iniciar la desinfección luego de haber disminuido en un número importante la contaminación con un prolijo lavado y enjuague de las superficies a tratar (Gómez, 1994).

La desinfección puede ser realizada por tres métodos a saber: radiación, la cual tiene un uso limitado en la industria de los alimentos, calor y el uso de productos químicos (Johnson, 1979). El calor mediante vapor o agua a temperatura cercana al punto de ebullición no es un método muy económico, por lo que se recurre al uso de desinfectantes químicos (Heimlich y Carrillo, 1995).

Los desinfectantes usualmente son agentes químicos que destruyen gérmenes, virus u otros microorganismos peligrosos, pero los más comúnmente usados no son capaces de eliminar las esporas de bacterias (Brown, 1982). Sin embargo, Gómez (1994), indica que estos productos sólo reducen la carga microbiana a niveles aceptables, es decir, hasta que no implique riesgo al producto o al consumidor; y en ningún caso estaría reduciendo a cero la presencia de microorganismos.

La función del desinfectante según la ICMSF (1991), consiste en inactivar los microorganismos que persisten después de que el equipo ha sido lavado. Madrid *et al.* (1993), señalan que un desinfectante debe tener dos cualidades básicas: alto poder bactericida a altas y bajas temperaturas, y no ser tóxico a las concentraciones utilizadas. Por otro lado, Johnson (1979), dice que un desinfectante debe ser de acción rápida, no corrosivo a manos y equipo, fácil de aplicar y relativamente económico. Los desinfectantes además deben ser solubles en agua, compatibles con otros componentes de limpieza, no deben tener efecto perjudicial sobre los alimentos procesados y ser inocuos, insípidos y fáciles de enjuagar (Gould, 1990; ICMSF, 1991).

### **3.3.3 Clasificación de los desinfectantes.**

Existen diversos criterios para clasificar a los desinfectantes, ya sea por su naturaleza química, su toxicidad, su origen (natural o sintético), catiónicos o aniónicos, etc. Gómez en 1994 aplica un sistema de clasificación de acuerdo a su forma de actuar contra los microorganismos.

**3.3.3.1 Agentes oxidativos.** Productos químicos que actúan inespecíficamente sobre los procesos vitales de la célula, tales como cadenas enzimáticas, proteínas estructurales y/o funcionales, oxidando grupos sulfhídricos, etc. Como ejemplo de este tipo de productos tenemos al cloro y sus derivados, al yodo y sus derivados, ácidos inorgánicos, peróxidos y ácido peracético.

**3.3.3.2 Compuestos que actúan sobre la membrana celular.** Estos productos actúan desorganizando la membrana celular, rompiendo así el equilibrio interno u homeostásis celular, permitiendo de esta forma el ingreso y salida de sustancias que

impiden la reorganización de la membrana. En este grupo tenemos como ejemplo los compuestos de amonio cuaternario, anfolíticos o anfotensidas, fenoles y sus derivados, extracto de semilla de cítricos, etc.

### **3.3.4 Factores que afectan la eficiencia de los desinfectantes.**

En el proceso de lavado e higienización de la máquina de ordeña, se reconocen múltiples variables que operan en forma simultánea e interdependiente, dando origen a una gran cantidad de combinaciones que posibilitan la obtención de un estado higiénico satisfactorio (Agüero, 1997). Algunas de estas variables o factores están resumidos a continuación por la ICMSF (1991), y Gómez (1994):

- Concentración de la solución desinfectante,
- Temperatura y tiempo de contacto entre la solución desinfectante y los microorganismos.
- Cantidad inicial de microorganismos y naturaleza de ellos.
- Acidez del sistema en que se desarrolla la desinfección.
- Tipo de desinfectante.
- Dureza del agua.
- Detergentes residuales.
- Tipo de superficie a desinfectar
- Preparación de la solución desinfectante (dilución correcta).

La OMS (1966), coincide con los puntos anteriores y agrega, que la rapidez de la acción desinfectante, su especificidad contra los diferentes tipos de microorganismos, su capacidad para humedecer y recubrir la superficie, así como para penetrar en cualquier material adherido a ella, afectan también la eficiencia de los desinfectantes. Alfa Laval<sup>3</sup>, y Gómez (1994), señalan que ciertos microorganismos pueden desarrollar resistencia a los desinfectantes, riesgo que puede eliminarse utilizando soluciones mas concentradas o rotando los tipos de desinfectantes.

Finalmente, la ICMSF (1991), menciona dos aspectos a considerar en el proceso de limpieza:

- Mientras mayores conocimientos tenga el operario acerca de los fenómenos y factores que influyen sobre esta operación, mayor será la eficacia que probablemente alcanzará la limpieza.
- Se debe considerar las condiciones higiénicas de los materiales utilizados para la limpieza (cepillos, esponjas, etc.), ya que éstos pueden servir de medio para que se multipliquen los microorganismos.

---

<sup>3</sup> Alfa-Laval. Dairy Handbook. Alfa-Laval AB. Sweden.

De los antecedentes anteriores se desprende que uno de los principales factores que influyen en la limpieza y desinfección son la calidad y eficiencia de los productos utilizados, como también la metodología de limpieza que se aplique. De todas depende el éxito del lavado del equipo, pudiendo ser determinantes en el grado de contaminación de la leche.

### **3.4 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

Para el presente estudio, se plantea como hipótesis que existen diferencias entre tres métodos distintos de desinfección del equipo de ordeño. Además se pretende estudiar la relación existente entre el recuento bacteriano del equipo y el recuento bacteriano de la leche del estanque predial.

#### **3.4.1 Objetivos generales.**

- Evaluar tres métodos de desinfección de equipos de ordeño mecánico en dos predios de la provincia de Valdivia.

#### **3.4.2 Objetivos específicos.**

- Establecer contaminación bacteriana del equipo de ordeña mediante determinación de unidades formadoras de colonias (ufc/ml).
- Establecer contaminación bacteriana de la leche del estanque mediante la determinación de unidades formadoras de colonias (ufc/ml).
- Relacionar la contaminación bacteriana del equipo con la contaminación bacteriana de la leche.

## **4. MATERIAL Y METODO**

### **4.1 MATERIAL**

Los datos del presente estudio se obtuvieron en dos predios de la comuna de Valdivia, correspondiendo estos al Fundo "Santa Rosa" de propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicado a 7 Km. al norte de la ciudad de Valdivia, y al Fundo "La Dehesa" de propiedad de don Carlos Carmona, ubicado a 10 Km. al norte de la ciudad de Valdivia, ambos en la provincia del mismo nombre. La selección de los predios se realizó en acuerdo con la planta receptora (Loncoleche S.A.), ya que ambos predios presentaban problemas en su recuento quincenal de bacterias aerobias mesófilas viables en la leche del estanque (ufc/ml), estos problemas radicaban principalmente en que se presentaban recuentos muy fluctuantes, esto según propia información de la planta receptora.

El ensayo se realizó en el periodo comprendido entre el 31 de mayo de 1999 y el 11 de agosto de 1999, totalizando un lapso de 73 días.

Los productos químicos utilizados, es decir, los detergentes y desinfectantes, fueron donados gentilmente por el Laboratorio TecnoLeche de la ciudad de Osorno, así como también los envases plásticos utilizados en el estudio. El Consejo Nacional de Mastitis y Calidad de Leche (CONAMASCAL A.G.), contribuyó al presente estudio con el aporte del resto de los materiales.

Para evitar posibles errores de preparación de los detergentes y desinfectantes por parte de los operarios, se entregaron dosificadores para los productos líquidos y también para los productos en polvo, con las correspondientes medidas a utilizar en cada uno de los equipos.

### **4.2 MÉTODO**

#### **4.2.1 Diseño Experimental**

En el presente ensayo se establecieron tres métodos o tratamientos de higienización del equipo de ordeño, realizando a su vez tres repeticiones de cada uno de ellos. La secuencia semanal diseñada para realizar cada uno de los tratamientos se detalla en el Anexo 1.

Los tratamientos de desinfección realizados en este estudio se detallan a continuación:

Tratamiento 1 => Lavado convencional del equipo de ordeño y desinfección con sanitizante clorado en polvo<sup>4</sup> posterior a la ordeña (125 ppm de cloro activo).

Tratamiento 2 => Lavado convencional del equipo de ordeño y desinfección con cloro pos ordeña (125 ppm de cloro activo); además una desinfección con cloro (125 ppm de cloro activo), 10 minutos previo a la ordeña.

Tratamiento 3 => Lavado convencional del equipo de ordeño incluyendo un enjuague con detergente ácido<sup>5</sup> (2 ml por litro de agua), además una desinfección con ácido peracético<sup>6</sup> previo a la ordeña (2 ml por litro de agua).

El lavado convencional se ocupó de igual forma en ambos predios y consistió en la siguiente rutina:

- 1° Enjuague con agua a temperatura ambiente sin recircular.
- 2° Lavado con detergente alcalino clorado en polvo<sup>7</sup>, en una dosificación de 2.5 gr. por litro de agua caliente (70° C), recirculando por 8 a 10 minutos.
- 3° Enjuague con agua a temperatura ambiente sin recircular.

Los días jueves por la mañana, posterior al segundo enjuague, con el fin de eliminar los residuos minerales del equipo, se realizaba un lavado con detergente ácido<sup>2</sup>, en una dosificación de 5 ml de detergente por litro de agua tibia (40° C), recirculando por 8 a 10 minutos. Posteriormente se enjuagaba con agua a temperatura ambiente, sin recircular, esto con el objeto de eliminar los restos de detergente.

El esquema utilizado para llevar a cabo el experimento se basó en realizar un tratamiento semanalmente en cada predio, estandarizando la rutina de lavado en ambos predios, como se ha mencionado anteriormente, variando solo el proceso de desinfección. Cada tratamiento se aplicó por siete días, comenzando el día jueves en la mañana, para tomar las muestras los días 6 y 7, es decir, los días martes y miércoles de la semana respectiva, antes de la ordeña de la mañana y antes de la de la tarde. Las muestras se tomaron al final de la semana con el objeto de dejar los cinco primeros días de la semana siguiente para que hubiera cierta adaptación de las bacterias al cambio de tratamiento.

El tratamiento siguiente comenzaba a regir desde la primera ordeña (AM), del día 1 de la semana siguiente (jueves), para tomar las muestras nuevamente los días 6 y 7 de la semana correspondiente.

---

<sup>4</sup> Fullclor®

<sup>5</sup> Fullacid®

<sup>6</sup> Fullrinser®

<sup>7</sup> Fullclean®



Por su parte, se tomó además una muestra semanal de leche desde el estanque de enfriamiento, esto se realizó para cada semana y para cada predio.

#### **4.2.2 Muestreo**

Las muestras para el análisis bacteriológico de los equipos de ordeño se obtuvieron mediante una solución Ringer®<sup>8</sup> estéril, diluida a la cuarta parte. Esta solución se preparó según las indicaciones del fabricante en el laboratorio de Producción Animal del Instituto de Zootecnia de la Universidad Austral de Chile. Posteriormente, la solución se esterilizó por medio de autoclave a 120°C por 15 minutos, en el laboratorio del Instituto de Medicina Preventiva de la Universidad Austral de Chile. Dicha solución se transportó a los predios en bidones plásticos de 5 litros, previamente lavados y desinfectados con alcohol al 93% v/v.

La toma de muestras se realizó antes de cada ordeña, para dicho efecto, se succionaron 5 litros de solución Ringer® estéril desde el mismo bidón plástico en que se transportó desde el laboratorio, por las mangueras de lavado del equipo. Estos 5 litros se hicieron recircular para luego recuperarlos desde la bomba de leche y depositarlos en el bidón plástico. Esta secuencia mencionada se repetiría tres veces con el objeto de poder sacar por arrastre la mayor cantidad de microorganismos.

Una vez recuperada la solución, ésta se homogenizó moviendo manualmente el bidón. Posteriormente se extrajo por medio de una jeringa estéril alrededor de 50 ml de solución, los que fueron depositados en frascos plásticos estériles. Obtenida las muestras, los frascos eran refrigerados a 4° C hasta ser enviados al día siguiente por la mañana, en cajas aislantes con gel congelado, al laboratorio de calidad de leche de Cooprinsem en Osorno.

En el caso de las muestras de leche, se obtuvo una por semana desde el estanque de refrigeración. Para dicho efecto, la muestra se obtenía con un cucharón previamente flameado. Antes de sacar la muestra, se agitaba la leche por un lapso de 5 a 10 minutos. Esta muestra se sacó los días miércoles en la mañana, se almacenó y despachó junto a las de solución Ringer® del día correspondiente.

#### **4.2.2 Análisis bacteriológico**

El análisis bacteriológico fue realizado por el laboratorio de calidad de leche de Cooprinsem, ubicado en la ciudad de Osorno. Dicho análisis se llevo a cabo por medio del sistema Petri film. Por medio de este método, se sembró directamente y además con la dilución  $10^{-1}$ , se incubó a 32° C por 48 horas para luego realizar la lectura. Los resultados se remitieron vía fax al Instituto de Zootecnia, informando el número de unidades formadoras de colonias por mi. En el caso de la leche se utilizó el mismo sistema y se informó de igual manera.

---

<sup>8</sup> Tabletas para Solución Ringer (Laboratorio Merck, cód. 115525)

### 4.2.3 Análisis Estadísticos

Para el análisis de datos se utilizó el modelo lineal general, para el cual se incluyeron las variables tratamiento, predio y la interacción entre predio y tratamiento.

$$Y_{jk} = \mu + T_i + e_{jk} \text{ en donde:}$$

- Y => Observaciones individuales de UFC
- H => Media general
- T<sub>i</sub> => Efecto fijo del i-ésimo tratamiento
- e<sub>jk</sub> => Error aleatorio o residual

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico SAS (Statistic Analysis System), Mediante este programa computacional se realizó un análisis de varianza entre cada tratamiento para cada uno de los predios en estudio. Además, se realizó por medio del mismo programa un análisis de correlación entre el recuento de ufc/ml del equipo y el recuento de la leche del estanque, también en cada uno de los predios, calculando junto con la correlación el coeficiente de determinación. En ambos casos, es decir para el análisis de varianza y para el de correlación se ocupó un nivel de significancia del 5%.

## 5. RESULTADOS

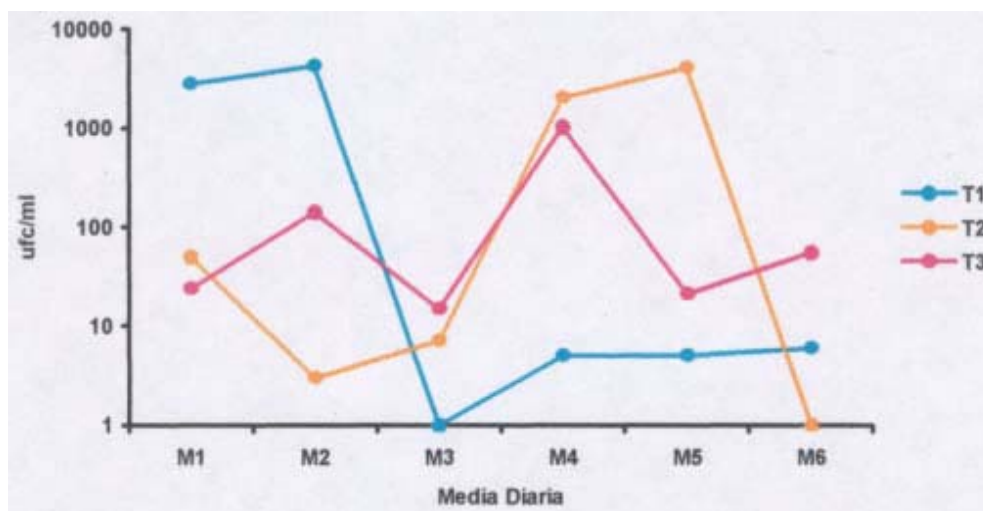
### 5.1 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO.

Se presentan los resultados del análisis de laboratorio realizado a las muestras de solución Ringer® tomadas de los equipos de ordeño para determinar el recuento de bacterias aerobias mesófilas viables presentes en dichas muestras, considerando los tres tratamientos en ambos predios (Anexo 2).

#### 5.1.1 Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas (RAM), en predio Santa Rosa

En el gráfico N° 1 se observan los promedios diarios del recuento de aerobias mesófilas del equipo de ordeño obtenido de las muestras de solución Ringer® para cada uno de los tratamientos de desinfección utilizados en el predio Santa Rosa. Es decir, se han promediado los dos valores obtenidos en las muestras del día correspondiente.

El promedio diario del RAM, para el caso del tratamiento 1, muestra una clara tendencia a la disminución a medida que avanza el estudio, pero, hay que considerar que las muestras N° 1 y 2 arrojaron recuentos muy elevados, y luego se produjo una brusca caída del recuento en los muestreos posteriores. Sin embargo, es importante observar la estabilidad que se produce desde el tercer recuento promedio en adelante.



**Gráfico N° 1.** Promedio diario del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables (ufc/ml), del equipo de ordeño del predio Santa Rosa, para los tres tratamientos de desinfección utilizados.

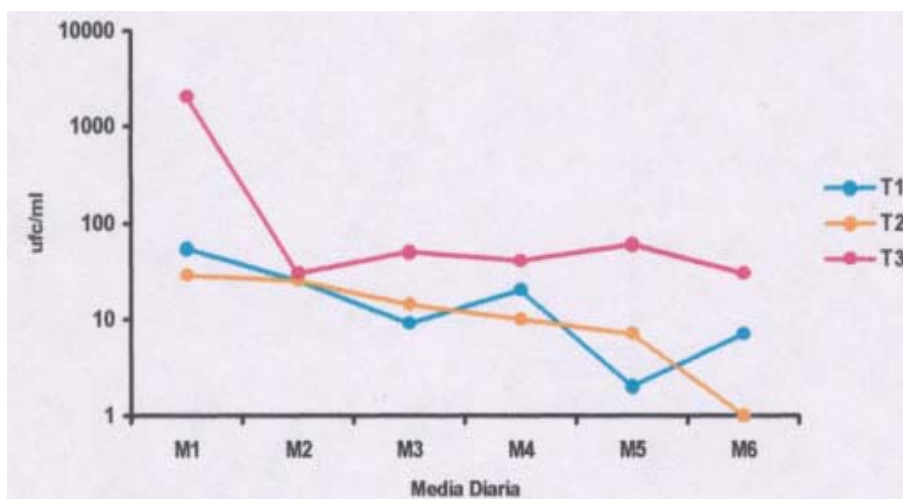
En el caso del tratamiento 2, destaca que se presenta una alta variabilidad de los datos, lo que dificulta establecer una tendencia del recuento. En el tratamiento número 3 ocurre la misma situación que en el tratamiento número 2, es decir, se observa en el gráfico una gran variación de los valores obtenidos.

En resumen, el recuento de bacterias aerobias mesófilas viables obtenido de las muestras de solución Ringer® sacadas del equipo de ordeño del predio Santa Rosa, denota un alto grado de variabilidad en los datos obtenidos para los tres tratamientos de desinfección utilizados, sin embargo, dicho recuento presenta en su mayoría valores muy bajos, esto es, por debajo de 1000 unidades formadoras de colonias por ml de solución.

### 5.1.2 Recuento Aerobias Mesófitas (RAM), en predio La Dehesa.

En el gráfico N° 2 se observan los promedios diarios del RAM (ufc/ml), del equipo de ordeño obtenidos de las muestras de solución Ringer®, para cada uno de los tratamientos de desinfección utilizados en el predio La Dehesa.

En el caso del tratamiento 1, el promedio del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables, a pesar de presentar promedios bajos, se observa que señala una tendencia a la disminución de dicho recuento a medida que transcurre el tiempo. Otra característica importante, es que presenta una menor variabilidad que su homólogo del predio Santa Rosa.



**Gráfico N° 2.** Promedio diario del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables (ufc/ml), del equipo de ordeño del predio La Dehesa, para los tres tratamientos de desinfección utilizados.

El promedio del RAM en el tratamiento número 2, presenta una situación muy similar a la anterior, ya que si bien es cierto, los recuentos son bajos, también existe una tendencia a la disminución del recuento en la medida que transcurre el tiempo. Además se observa que tiene una mayor estabilidad que el tratamiento número 1.

Finalmente, el promedio del recuento de aerobias mesófilas para el caso del tratamiento número 3, difiere en cierta medida de los dos anteriores debido a que se observa un primer recuento elevado, para luego establecerse una marcada estabilidad en función del tiempo transcurrido, además, se puede visualizar claramente que en este tratamiento se obtuvieron recuentos más elevados respecto a los dos anteriores.

En síntesis, el promedio diario del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables que arrojó el análisis de laboratorio realizado a las muestras de solución Ringer® sacadas del equipo de ordeño del predio La Dehesa, presenta, en términos generales, una menor variabilidad en los tres tratamientos, mostrando además una clara tendencia a la disminución a medida que pasa el tiempo. Junto a esto, se observa claramente que el tratamiento número tres obtuvo recuentos un poco mas elevados que los números 1 y 2.

### 5.1.3 Promedio total del Recuento de bacterias Aerobias Mesófilas (RAM), en los equipos de ordeño de los predios Santa Rosa y La Dehesa.

Se presentan a continuación los promedios totales del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables obtenido de las muestras de solución Ringer®. Este promedio corresponde al total de muestras obtenidas a lo largo del experimento para cada uno de los tratamientos en cada uno de los predios. (Anexo 3).

Al analizar el gráfico N° 3, lo primero que llama la atención es la gran diferencia que se produce en los tratamientos 1 y 2 entre ambos predios, donde se puede apreciar un mayor recuento promedio en el predio Santa Rosa, ésta situación se invierte en el caso del tratamiento número tres, pero la diferencia es bastante más estrecha. Sin embargo, esta situación no contempló un análisis más acabado, debido a que, como se mencionó anteriormente, no cabría una comparación entre los predios, esto por las grandes diferencias de condiciones de manejo existentes en cada uno de los predios, condiciones que hacen muy difícil hacerlos comparables.

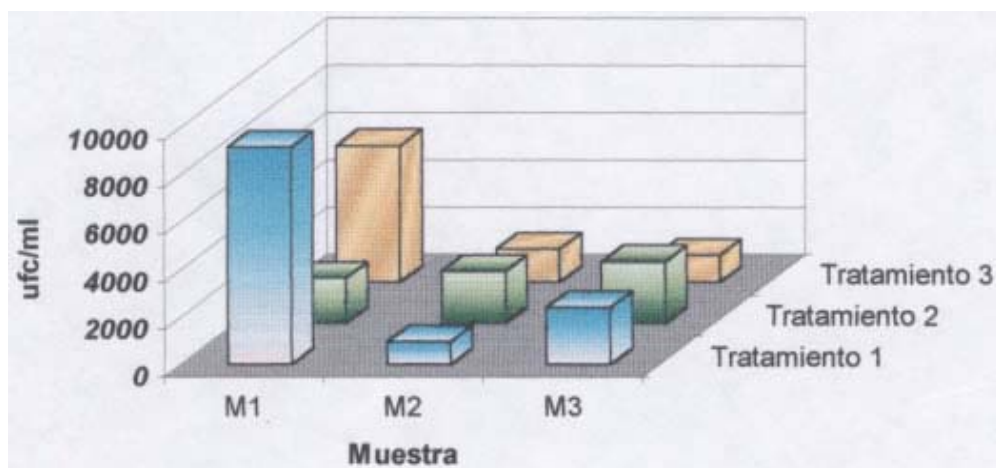


**Gráfico N° 3.** Recuento promedio de bacterias aerobias mesófilas viables obtenido de las muestras sacadas del equipo de ordeño, según tratamiento y en cada predio en estudio.

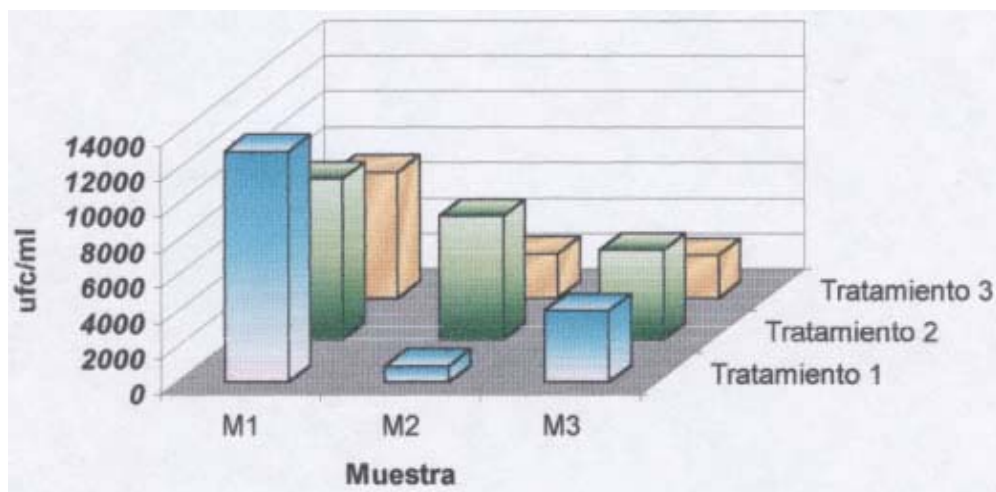
Sin embargo, se realizó un análisis de varianza para cada uno de los predios por separado, con el objeto de evidenciar si existían diferencias significativas entre el promedio total del RAM obtenido en cada tratamiento. En ambos predios el análisis arrojó que no existían diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), esto debido a la gran variabilidad que presentaron los datos en ambos predios.

## 5.2 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE LA LECHE DEL ESTANQUE DE FRÍO

Se presentan a continuación los resultados de los análisis de las muestras de leche provenientes del estanque de frío de cada uno de los predios en estudio y de acuerdo al tratamiento utilizado (Anexo 4 y 5).



**Gráfico N° 4.** Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables del estanque de frío según tratamiento, en el predio Santa Rosa.



**Gráfico N° 5.** Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables del estanque de frío según tratamiento, en el predio La Dehesa.

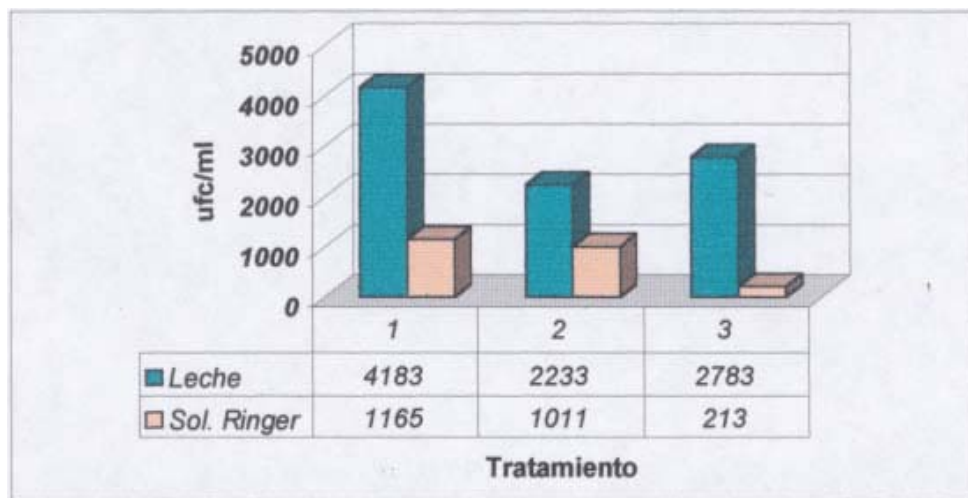
En los gráficos N° 4 y 5, se observan los recuentos bacterianos de muestras de leche tomadas del estanque de frío de cada predio.

En el gráfico N° 4, se observa el comportamiento de los recuentos en el predio Santa Rosa. Al analizar este gráfico, se puede apreciar, a pesar del bajo número de muestras obtenidas, una tendencia a la disminución de los recuentos para el caso del tratamiento 3 y el tratamiento 1. Por el contrario, si se observa el tratamiento 2, la gráfica denota una leve tendencia al aumento del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables.

Por su parte, en el predio La Dehesa (gráfico N° 5), se puede apreciar que, en términos generales, los recuentos son más elevados que en Santa Rosa, pero, en los tres tratamientos existe una tendencia a la disminución del recuento, a pesar de ser un escaso número de muestras, como se dijo anteriormente.

### 5.3 RELACIÓN ENTRE EL RAM DEL EQUIPO DE ORDEÑO Y DE LA LECHE DEL ESTANQUE DE ENFRIAMIENTO.

En los gráficos 6 y 7 se observan los promedios totales del recuento de bacterias aerobias mesófilas (RAM), del estanque de leche y del equipo de ordeño de los predios Santa Rosa y La Dehesa, para cada tratamiento respectivamente.



**Gráfico N° 6.** Recuento bacteriano promedio del estanque de frío y del equipo de ordeño para los tres tratamientos, en el predio Santa Rosa.





**Gráfico N° 7.** Recuento bacteriano promedio del estanque de frío y del equipo de ordeño para los tres tratamientos, en el predio La Dehesa.

En el cuadro N° 1 se presentan los valores de la correlación lineal simple ( $r$ ), y el coeficiente de determinación ( $R$ ), entre los recuentos de bacterias aerobias mesófilas obtenidos de las muestras del equipo y los recuentos de las muestras de leche del estanque en ambos predios experimentales para cada tratamiento.

**Cuadro N° 1.** Coeficiente de correlación lineal simple ( $r$ ) y coeficiente de determinación ( $R$ ), entre el recuento de aerobias mesófilas obtenido de las muestras de solución Ringer y las muestras de leche, en cada predio y para cada tratamiento (Anexo 6).

Predio (Tratamiento)	$r$	$R$
Santa Rosa (T1)	* 0.9864	0.9731
Santa Rosa (T2)	* 0.9970	0.9940
Santa Rosa (T3)	-0.3574	0.1277
La Dehesa (T1)	0.8215	0.6749
La Dehesa (T2)	* 0.9919	0.9839
La Dehesa (T3)	* 0.9998	0.9997

\*  $p < 0.05$

En el predio Santa Rosa, se puede observar una correlación positiva y significativa entre los recuentos bacterianos obtenidos de las muestras de solución Ringer y de leche, pero sólo en los tratamientos 1 y 2. En La Dehesa, las correlaciones significativas son para los tratamientos 2 y 3. En el caso del coeficiente de determinación ( $R$ ) que corresponde a  $r^2$ , se puede ver que es muy cercano a 1, lo que indica que se le puede atribuir la varianza de los recuentos de la leche del estanque a la varianza de los recuentos de la solución Ringer en casi un 100%.

## 6. DISCUSION

El estudio del Recuento de bacterias Aerobias Mesófilas viables (RAM), de los equipos de ordeño según el tratamiento de desinfección utilizado es de mucha importancia y sirve como ayuda para determinar cual sería el método más eficiente, ya que como lo señalan Palmer (1980), y Dood (1987), los equipos de lechería y estanques de almacenamiento son frecuentemente la mayor fuente de contaminación de la leche cuando la limpieza y desinfección no se ha efectuado correctamente. Estos autores coinciden con Gehriger (1980), al señalar que el contenido de bacterias en la leche cruda depende particularmente del grado de limpieza de las máquinas, utensilios de lechería y de la preocupación de la higiene durante el proceso de extracción de la leche.

En el predio Santa Rosa (Gráfico 1), se observa una alta variabilidad del recuento de aerobias mesófilas en el transcurso del ensayo, sin embargo, los recuentos fueron, en general, bastante bajos para el caso de los tres tratamientos. Lo anterior puede explicarse por el hecho de que existe una cierta vigilancia sobre los operadores lo que se traduce en un trabajo más eficiente por parte de ellos en lo que se refiere al lavado y desinfección del equipo de ordeño.

En el caso del predio La Dehesa (Gráfico 2), a diferencia del predio Santa Rosa, se puede observar, en los tres tratamientos, que hay una tendencia a la disminución del recuento bacteriano en la medida que transcurre el ensayo, lo que se explicaría al igual que el caso anterior por una mayor eficiencia en el trabajo de los operarios de la sala de ordeña. Sin embargo, en este predio hubo una menor variabilidad en los recuentos.

Al analizar los promedios totales del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables obtenido para cada uno de los tratamientos, en cada uno de los predios por separado (gráfico 3, anexo 3), se determinó por medio de un análisis de varianza, que en ninguno de los predios existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, debido a que como se ha explicado, los recuentos en ambos predios tuvieron una alta variación.

Sin embargo, ocurre una situación muy particular con estos promedios totales del recuento. Como se mencionó anteriormente, los predios fueron seleccionados en acuerdo con la empresa receptora de leche. La selección, como se recordará, fue hecha debido a que eran predios con problemas en sus recuentos de unidades formadoras de colonias obtenidos de las muestras de leche del estanque de almacenamiento. Esto significa que ambos predios presentaban en sus informes quincenales recuentos bacterianos muy fluctuantes en su leche, lo que sugiere que

las condiciones higiénicas de los equipos también son fluctuantes, lo que concordaría con lo señalado por Palmer (1980).

En el caso del predio Santa Rosa la carga bacteriana del equipo, además de ser fluctuante, indistintamente del tratamiento utilizado, en promedio fue aproximadamente 6 veces más alta que en La Dehesa. Al considerar esta situación, se puede decir que a pesar de no existir diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos utilizados en el predio Santa Rosa, el tratamiento número tres logró mantener baja la carga bacteriana inicial del equipo.

En el predio La Dehesa, por el contrario, el promedio total del recuento fue más bajo, y se puede aseverar que los tres tratamientos fueron capaces de mantener las cargas bajas, ya que tampoco existieron diferencias estadísticas entre ellos.

El recuento de bacterias aerobias mesófilas viables (RAM), del estanque de almacenamiento de leche (Anexos 4 y 5), está representado en los gráficos número 4 y 5 para los predios Santa Rosa y La Dehesa respectivamente. En ambos gráficos se muestra el recuento obtenido del estanque según el tratamiento utilizado durante la semana correspondiente al muestreo.

Al analizar el predio Santa Rosa, se observa que en los tratamientos 1 y 3 el comportamiento del recuento bacteriano manifiesta una tendencia a la reducción, por el contrario, el tratamiento número 2 presenta una cierta estabilidad. En el caso del predio La Dehesa, se presenta una tendencia a la disminución en los tres tratamientos. No obstante, es importante señalar que en ambos predios el recuento de estanque se encuentra muy por bajo del límite inferior establecido por las plantas lecheras para considerar una leche cruda de muy buena calidad higiénica. Esto se podría explicar por el bajo número de muestras tomadas del estanque, lo que dificulta plantear una situación más real de lo que sucede en cada predio, o también por lo señalado por Kruze (1998), el cual menciona que el recuento bacteriano del estanque es un indicador de las condiciones higiénicas de extracción, almacenamiento y transporte de la leche, y que estas condiciones pueden variar mucho de un predio a otro, o bien dentro del mismo predio

Las situaciones anteriormente mencionadas, hacen de fácil comprensión la existencia de la alta variabilidad observada en cada predio en los recuentos de bacterias aerobias mesófilas viables obtenidos de las muestras sacadas del estanque de almacenamiento de la leche.

En cuanto a la relación entre el recuento de bacterias aerobias mesófilas del equipo de ordeño y el recuento de la leche del estanque (Gráficos 6 y 7, Anexo 6), se observa que en el predio Santa Rosa se determinó que en los tratamientos 1 y 2 existe una alta correlación positiva que es estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), esto no sucede en el tratamiento 3 que incluso presentó una correlación negativa. Esto se puede deber al bajo número de muestras obtenidas. En el caso del predio La

Dehesa todas las correlaciones fueron positivas y altas, pero sólo fueron significativas ( $p < 0.05$ ), en los tratamientos 2 y 3. Esto podría explicarse porque se obtuvieron bajos recuentos de unidades formadoras de colonias en los equipos respecto de los recuentos del estanque de almacenamiento.

Al analizar los coeficientes de determinación (cuadro 1), se puede ver que en general fueron altos en ambos, excepto en el tratamiento 3 del predio Santa Rosa. Estos coeficientes indican que en una alta proporción la variabilidad obtenida en la leche, depende de la variabilidad obtenida en las muestras del equipo.

Ambas situaciones concuerdan con lo señalado por diversos autores que señalan que el equipo de ordeño sería la principal fuente de contaminación de la leche cruda. Sin embargo, se puede suponer que el ambiente habría jugado un rol más importante sobre la calidad higiénica de la leche cruda de los predios en estudio, en el caso del tratamiento 3 en Santa Rosa y el tratamiento 1 en La Dehesa.

Finalmente cabe señalar que sería indicado realizar más estudios sobre el tema, pero variando ciertas condiciones tales como el predio, es decir, llevar a cabo el ensayo en predios que no presenten tanta fluctuación en sus informes quincenales enviados por la planta lechera, o tratar de obtener un mayor número de muestras del estanque y de los equipos con el fin de poder extrapolar los resultados a sistemas prediales que posean un manejo comparable.

## CONCLUSIONES

Se presentó una alta variabilidad de los recuentos de bacterias aerobias mesófilas viables obtenidos del análisis de las muestras de solución Ringer® del equipo de ordeño en el transcurso del estudio en el predio Santa Rosa,

Se presentó una tendencia general a la disminución de los recuentos de bacterias aerobias mesófilas viables obtenidos del análisis de las muestras de solución Ringer® del el equipo de ordeño en el transcurso del estudio en el predio La Dehesa,

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de desinfección utilizados en cada uno de los predios ( $p > 0.05$ ).

Existe una correlación estadísticamente significativa entre el recuento del equipo de ordeño y el recuento del estanque de leche en dos tratamientos de los tres utilizados en cada predio.

## 7. BIBLIOGRAFIA

**AGÜERO, H.** 1997. Curso Calidad de Leche. Profo Todoagro S.A. Vol. II. 60 p.

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

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

**CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1978. Decreto 271. Fija sistema de control y clasificación de la leche según calidad, *Diario Oficial de la República de Chile*. 8 de Febrero de 1978.

**CHILE. MINISTERIO DE SALUD.** 1997. Reglamento Sanitario de los Alimentos. *Diario Oficial de la República de Chile*. 13 de Mayo de 1997.

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

**DUNSMORE, D.** 1981. Bacteriological control of food equipment surfaces by cleaning systems. Detergent effects. *Journal of Food Protection* 44(1): 15-20.

**DUNSMORE, D.; TWOMEY, A.; WHITTLESTONE, W. y MORGAN, H.** 1981. Design and performance of systems for cleaning product - contact surfaces or food equipment. A review. *Journal of Food Protection* 44(3): 220-240.

**GAETE, S.** 1982. Limpieza química y protección de equipos de lechería. *Informativo Agrolechero Soprole*. 4: 33-39.

**GEHRIGER, G.** 1980. Multiplication of bacteria in milk during farm storage. *Bulletin of the International Dairy Federation*. 120: 22-24.

**GOMEZ, H.** 1994. Desinfectantes en la industria de alimentos. *Alimentos* 119: 35-44.

**GOULD, W.** 1990. Food plant sanitation. Publication Inc Baltimore. Maryland. 282 p.

**HEIMLICH, W. y CARRILLO, B.** 1995, Manual para centros de acopio de leche. Producción, operación, aseguramiento de calidad y gestión. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Universidad Austral de Chile. Editorial Egall-Master Print Ltda. 166p.

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

**INTERNATIONAL DAIRY FEDARATION (IDF).** 1994. Prevention of microbial contamination and growth. Bulletin of the International Dairy Federation 292: 17-27.

**JOHNSON, C.** 1979. Sanidad en la industria alimentaria. Revista Alimentos 4(3): 21-32.

**KRUZE, J.** 1998. Esquemas de pago por calidad en Chile y su impacto sobre la calidad higiénica de la leche. En: Segunda jornada CONAMASCAL: Control de mastitis y calidad de leche. Osorno, Chile. Abril 1998. pp 29-47.

**MADRID, R.; MADRID, J.; MADRID, A.** 1993. La limpieza y desinfección en las industrias alimentarias. Industrias Lácteas Españolas. 11: 17-24 y 36.

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

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

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

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

**RUSCH, K.; AGÜERO, H.; BAGLINA, A.** 1976. La importancia de producir leche de buena calidad. El Campesino. Sociedad Nacional de Agricultura (SNA). 107(7): 24-28.

## 8. ANEXOS

### Anexo N°1.

Secuencia semanal de tratamientos utilizados en los predios "Santa Rosa" y "La Dehesa".

<b>Semana</b>	<b>Santa Rosa</b>	<b>La Dehesa</b>
1	Tratamiento 1	Tratamiento 1
2	Tratamiento 2	Tratamiento 2
3	Tratamiento 3	Tratamiento 3
4	Tratamiento 2	Tratamiento 2
5	Tratamiento 3	Tratamiento 3
6	Tratamiento 1	Tratamiento 1
7	Tratamiento 3	Tratamiento 3
8	Tratamiento 1	Tratamiento 1
9	Tratamiento 2	Tratamiento 2



## Anexo N° 2

Recuento de bacterias aerobias mesofilas viables obtenido de las muestras tomadas de los equipos de ordeña de los predios "Santa Rosa" y "La Dehesa", según fecha y tratamiento.

FECHA	PREDIO	TRATAMIENTO	UFC (am)	UFC (pm)	PROMEDIO
14/06/99	Sta Rosa	1	25	5500	2763
15/06/99	Sta Rosa	1	8400	19	4210
20/07/99	Sta Rosa	1	2	0	1
21/07/99	Sta Rosa	1	3	6	5
3/08/99	Sta Rosa	1	10	0	5
4/08/99	Sta Rosa	1	1	10	6
16/06/99	La Dehesa	1	*	54	54
17/06/99	La Dehesa	1	24	26	25
20/07/99	La Dehesa	1	10	8	9
21/07/99	La Dehesa	1	10	30	20
3/08/99	La Dehesa	1	1	2	2
4/08/99	La Dehesa	1	10	4	7
21/06/99	Sta Rosa	2	100	0	50
22/06/99	Sta Rosa	2	4	1	3
5/07/99	Sta Rosa	2	12	1	7
6/07/99	Sta Rosa	2	7	4000	2004
10/08/99	Sta Rosa	2	1	8000	4001
11/08/99	Sta Rosa	2	0	1	1
23/06/99	La Dehesa	2	*	28	28
24/06/99	La Dehesa	2	29	20	25
7/07/99	La Dehesa	2	10	18	14
8/07/99	La Dehesa	2	10	10	10
10/08/99	La Dehesa	2	10	4	7
11/08/99	La Dehesa	2	1	0	1
29/06/99	Sta Rosa	3	18	30	24
30/06/99	Sta Rosa	3	210	70	140
13/07/99	Sta Rosa	3	10	20	15
14/07/99	Sta Rosa	3	2000	40	1020
27/07/99	Sta Rosa	3	40	2	21
28/07/99	Sta Rosa	3	10	100	55
30/06/99	La Dehesa	3	3800	200	2000
1/07/99	La Dehesa	3	40	20	30
13/07/99	La Dehesa	3	40	60	50
14/07/99	La Dehesa	3	60	20	40
27/07/99	La Dehesa	3	20	100	60
28/07/99	La Dehesa	3	20	40	30

\* Las primeras muestras correspondientes a los tratamientos 1 y 2 en el predio La Dehesa, no se pudieron obtener ya que no se pudo ingresar al predio.

**Anexo N° 3**

Promedio de recuento de bacterias aerobias mesofilas viables y desviación estándar para los tratamientos N° 1, 2 y 3 en los predios Santa Rosa y La Dehesa.

Predio	T1		T2		T3	
	Media	D. Estándar	Media	D. Estándar	Media	D. Estándar
Santa Rosa	1165	2654	1011	2376	213	542
La Dehesa	16	15	13	9	368	1036

**Anexo N° 4**

Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables obtenido de las muestras de leche del estanque predial de almacenamiento de los predios Santa Rosa y La Dehesa.

FECHA	PREDIO	TRATAMIENTO	UFC/ML
15/Jun/99	Santa Rosa	1	9.200
21/Jul/99	Santa Rosa	1	950
04/Ago/99	Santa Rosa	1	2.400
22/Jun/99	Santa Rosa	2	1.900
06/Jul/99	Santa Rosa	2	2.200
11/Ago/99	Santa Rosa	2	2.600
30/Jun/99	Santa Rosa	3	5.800
14/Jul/99	Santa Rosa	3	1.400
28/Jul/99	Santa Rosa	3	1.150
17/Jun/99	La Dehesa	1	13.000
21/Jul/99	La Dehesa	1	900
04/Ago/99	La Dehesa	1	4.000
24/Jun/99	La Dehesa	2	9.100
07/Jul/99	La Dehesa	2	7.000
11/Ago/99	La Dehesa	2	5.100
30/Jun/99	La Dehesa	3	7.100
14/Jul/99	La Dehesa	3	2.500
28/Jul/99	La Dehesa	3	2.400

### Anexo N° 5

Promedio de recuento de bacterias aerobias mesófilas viables y desviación estándar para las muestras de leche de estanque, según tratamiento, en los predios Santa Rosa y La Dehesa.

Predio	T1		T2		T3	
	Media	D. Estándar	Media	D. Estándar	Media	D. Estándar
Santa Rosa	4183	4405	2233	351	2783	2615
La Dehesa	5967	6285	7067	2001	4000	2685

### Anexo N° 6

Coeficiente de correlación lineal simple (r) y coeficiente de determinación (R), entre el recuento de aerobias mesófilas obtenido de las muestras de solución Ringer y las muestras de leche, en cada predio y para cada tratamiento.

Santa Rosa				La Dehesa			
Tratamiento 1				Tratamiento 1			
Equipo	Estanque	r	R	Equipo	Estanque	r	R
3486	9200	<b>0.9864</b>	<b>0.9731</b>	35	13000	<b>0.8215</b>	<b>0.6749</b>
3	950			15	900		
5	2400			4	4000		
Tratamiento 2				Tratamiento 2			
Equipo	Estanque	r	R	Equipo	Estanque	r	R
26	1900	<b>0.9970</b>	<b>0.9940</b>	26	9100	<b>0.9919</b>	<b>0.9839</b>
1005	2200			12	7000		
2000	2600			4	5100		
Tratamiento 3				Tratamiento 3			
Equipo	Estanque	r	R	Equipo	Estanque	r	R
82	5800	<b>-0.3574</b>	<b>0.1277</b>	1015	7100	<b>0.9998</b>	<b>0.9997</b>
518	518			45	2500		
38	38			45	2400		

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer sinceramente a:

- Al Ing. Bruno Twele W. por su desinteresado apoyo, enseñanzas, tutoría, amistad y consejos durante el desarrollo de este trabajo.
- Al Sr. Carlos Carmona propietario del predio "La Dehesa".
- Al Centro Experimental de Predios Agrícolas de la UACH.
- Al Instituto de Medicina Preventiva por su colaboración en la confección de esta tesis.
- A la Sra. Rita Fuchslocher del laboratorio de Producción Animal.
- Al Dr. Wolfgang Stehr W., por su desinteresada ayuda para realizar este trabajo.
- A Macarena por su gran paciencia y amor.
- A todos mis amigos de Isla Sofía por su cariño y ayuda.
- Y a toda persona que de una u otra forma contribuyó a la realización de esta tesis.