

INVESTIGACIONES

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE LAVADO DEL EQUIPO DE ORDEÑA SOBRE EL CONTENIDO MICROBIANO DE LA LECHE REFRIGERADA¹

Effect of the cleaning temperature of milking equipment on microbial content of refrigerated milk

Carlos Pedraza G.², Hernán Agüero E.³ y Ximena Suazo D.⁴

SUMMARY

In a trial done at La Platina Research Station (INIA), Santiago, Chile, the influence of the temperature used for washing the milking machine on the microbial concentration of refrigerated milk was studied. Two treatments were established, according to the temperature of the cleaning solution, i.e. 80° C (T1) and 30° C (T2). Ten successive replications were done for each treatment, in each milk sampling, at 0, 24 and 36 hr of refrigeration. Total bacteria (RBT), coliforms (RC) and psychrotrophics (RP) were counted. The effect of the hygienic treatment of the milking machine, as well as the time effect, were analyzed through a split plot design, where initial contamination was the main plot.

Microbial content of milk was affected by temperature of the detergent solution ($P \leq 0.05$); values for T1 and T2 were: RBT = 10,360a and 20,483b; RC = 112a and 957b; RP = 1,670a and 5,950b. The time of refrigerated storage, analyzed independently for T1 and T2, affected ($P \leq 0.01$) the bacterial concentration with the following values in T1, at 0, 24, and 36 hr: RBT = 8,040a; 9,530ab; and 13,510b; RC = 117a, 110a, and 110a; RP = 1,080a; 1,310a; and 2,620b. Values for T2 were: RBT = 16,730A; 19,290AB; and 25,430B; RC = 860A, 930A, and 1,080A; RP = 2,490A; 5,820AB; and 9,540B.

It was concluded that the use of detergent solutions at 80° C would improve the bacterial quality of milk, although a temperature of 30° C was also satisfactory.

INTRODUCCION

Dentro de los numerosos factores que intervienen en un exitoso lavado del equipo de ordeña, la temperatura (T°) del agua utilizada se considera de gran importancia y, a la vez, es uno de los más variables. Al iniciar el proceso de lavado se debe enjuagar el equipo

con agua tibia, que permita emulsionar las grasas sin causar coagulación de las proteínas. Watrous (1975) indica que con enjuages a temperaturas bajo los 31° C, la grasa de la leche se mantiene en estado sólido y es más difícil de remover; a temperaturas superiores a los 84° C, se producen interacciones con las proteínas, que se adhieren firmemente a la superficie del equipo. Con respecto a la temperatura de las soluciones detergentes, existe una diversidad de recomendaciones: 33° C (Bradley, 1982); 45–55° C (Scroggins y Marshall, 1976); 71° C (Thomas y Thomas, 1977a y b); 73° C (Spencer, 1968); 82° C (Cousins y McKinnon, s.f.).

Antecedentes nacionales indican que, en las regiones Metropolitana y VI, de 25 equipos mecánicos de ordeña (EMO) controlados, el 20% era lavado con soluciones detergentes frías; 32% a 40° C; 16% a 50° C; 24% a 60° C, y 8% a 70° C (Suazo, 1987).

¹ Recepción de originales: 15 de octubre de 1987.

Los autores agradecen a SOPROLE S.A. el apoyo otorgado para la realización de este trabajo y, en especial, al Dr. Marcelo Rippes de T., Dr. Pedro Kellner G., Sr. Hernán Farías Ch. y Sr. Emilio Servoin V.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³ Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, U. de Chile, Casilla 2, Correo 15, Santiago, Chile.

⁴ Parte de los requisitos para optar al título de Médico Veterinario, U. de Chile.

El empleo de altas temperaturas para el lavado de los EMO tiene efectos muy favorables, que permitirían: disminuir la viscosidad y la fuerza de adhesión entre superficie y residuos y aumentar la penetración del detergente, la acción de la turbulencia, la solubilidad de los componentes y la velocidad de las reacciones químicas. En el presente estudio, mediante variaciones en la T° de lavado del equipo de ordeña, se reproducen dos condiciones higiénicas, conducentes a obtener distintos niveles de contaminación inicial de la leche almacenada en un estanque enfriador. A través de determinaciones de recuentos bacterianos efectuados a diferentes tiempos de almacenamiento, se pretende investigar los efectos de la contaminación inicial y del transcurso del tiempo, sobre la calidad bacteriológica de la leche refrigerada.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló en la lechería de la Estación Experimental La Platina (INIA), Santiago, Chile, entre los meses de agosto y noviembre de 1986. El rebaño estaba conformado por 220 vacas de la raza Holstein Friesian, manejadas en confinamiento, sobre piso de cemento y *free-stall*, con eliminación del estiércol mediante arrastre por agua. El equipo de ordeña utilizado, estaba provisto de un sistema de conducción de leche en línea doble elevada, de vidrio, de 2,5 pulgadas de diámetro, con medidores volumétricos y pulsadores del tipo Hidropulse con Duovac.

Se establecieron dos tratamientos experimentales, de acuerdo a la rutina de lavado del equipo, alterando únicamente la temperatura del agua utilizada para disolver el detergente; los niveles térmicos empleados fueron 80° C para el tratamiento 1 (T1) y 30° C para el tratamiento 2 (T2).

La rutina de lavado consistió en:

1. Enjuague inicial con agua fría (15° C), sin recircular, hasta observar su salida sin residuos lácteos.
2. Lavado con solución detergente desinfectante alcalina clorada, con 6,50/o de cloro disponible, en agua a 80° C ó 30° C, según tratamiento (400 g del producto comercial en 100 lt de agua, recirculando por 15 min).
3. Enjuague post-lavado con 100 lt de agua fría (15° C), sin recircular.
4. Higienización con un producto generador de ácido hipocloroso, con 560/o de cloro disponible; para ello se disolvió el preparado comercial en 60 lt de agua fría, resultando una concentración de 98 ppm de cloro, recirculando esta solución por 3 min, después de lo cual se hacía circular agua fría como enjuague final.

5. Finalmente, lavado ácido cada 15 días, utilizando un preparado comercial disuelto en agua a 80° C, recirculando por 15 min.

La leche se mantuvo en un estanque enfriador automático de acero inoxidable, del tipo rectangular, con amplio acceso para efectuar el lavado manualmente, el que se sometió a la siguiente pauta de limpieza e higienización:

1. Enjuague con agua fría (15° C).
2. Lavado con una solución de 50 g del mismo detergente alcalino utilizado para el equipo de ordeña, disuelto en 20 lt de agua a 30-40° C.
3. Enjuague con agua fría (15° C).
4. Higienización: 3,5 g del mismo higienizante clorado utilizado para el equipo de ordeña, disuelto en 20 lt de agua fría (15° C).

De cada tratamiento experimental, se realizaron 10 repeticiones sucesivas, consistentes en muestreos de leche a las 0, 24 y 36 hr de almacenamiento refrigerado. Las muestras se obtuvieron del estanque enfriador y se almacenaron en frascos estériles, determinándose recuentos de bacterias totales (RBT), coliformes totales (RC) y psicotróficas (RP), de acuerdo a las técnicas descritas por Magariños (1978). Entre la realización de T1 y T2, se dejó transcurrir dos semanas, período durante el cual se lavó con agua fría (15° C), con el fin de lograr un nivel sanitario inferior y evitar que el grado de limpieza alcanzado en el primer tratamiento pudiese alterar el resultado del segundo. Los efectos del tratamiento higiénico del equipo de ordeña y del trascurso del tiempo, se analizaron mediante un diseño de parcelas divididas, donde la contaminación inicial constituyó la parcela principal.

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto del tiempo de almacenamiento refrigerado, sin considerar los dos niveles higiénicos iniciales logrados al variar la temperatura de la solución detergente, se puede observar en el Cuadro 1.

Se aprecia que el RBT permanece constante el primer día de almacenamiento, evidenciándose un incremento significativo sólo a las 36 hr, situación que revela que el desarrollo de la flora mesófila se intensifica el segundo día de permanencia en el estanque, lo cual coincide con lo observado en otras experiencias (Pedraza, Agüero y Godoy, 1987). Las bacterias coliformes, en cambio, no crecen en leche almacenada en estanques enfriadores, por lo que adquiere vital importancia el control de la contaminación inicial. Por su

CUADRO 1. Promedio de recuentos bacterianos (colonias/ml) a las 0, 24 y 36 hr de almacenamiento refrigerado de la leche

TABLE 1. Average bacterial (colonies/ml) counts after 0, 24 and 36 hr of stored milk under refrigeration

Tiempo (hr)	RBT	RC	RP
0	12.385 a	489 a	1.785 a
24	14.410 a	520 a	3.565 b
36	19.470 b	595 a	6.080 c

Letras distintas en columnas, indican diferencias ($P \leq 0,05$), según Tukey.

RBT: recuento de bacterias totales; RC: recuento coliformes totales; RP: recuento de psicrotróficos.

parte, las bacterias psicrotróficas presentaron la mayor tasa de crecimiento, exhibiendo incrementos significativos entre 0 y 24 hr y entre 24 y 36 hr, lo cual permite afirmar que el tiempo de almacenamiento refrigerado afecta principalmente a este grupo bacteriano (Lück, 1972; Pedraza y otros, 1987).

La magnitud de los recuentos obtenidos en este estudio, está revelando una contaminación más bien baja, si se le compara con otras investigaciones realizadas en el país; así por ejemplo, en el presente trabajo, la obtención de 12.385 colonias/ml en leche recién ordeñada resulta contrastante con las 36.750 y 118.333 colonias/ml iniciales, determinadas como promedio de 10 predios con buen manejo ubicados en la Región Metropolitana (Pedraza y otros, 1987) y de 32 lecherías de la misma zona (Pedraza y otros, 1981), respectivamente. Los promedios de 595 y 6.080 colonias/ml a las 36 hr de refrigeración, para coliformes y psicrotrófos respectivamente (Cuadro 1), contrastan también con los recuentos de 1.200 y 1.369 colonias/ml establecidos en la misma etapa de almacenamiento refrigerado, por Randolph y otros (1973) y Pedraza y otros (1987), respectivamente.

CUADRO 3. Promedios de recuento bacteriano de leche refrigerada para dos temperaturas de lavado del equipo de ordeña y tres períodos de almacenamiento (colonias/ml)

TABLE 3. Bacterial averages counting of refrigerated milk for two cleaning temperatures of milking equipment and three milk storing periods (colonies/ml)

Tratamiento	Tiempo (hr)	RBT	RC	RP
T1 (80° C)	0	8.040 a	117 a	1.080 a
	24	9.530 ab	110 a	1.310 a
	36	13.510 b	110 a	2.620 b
T2 (30° C)	0	16.730 A	860 A	2.490 A
	24	19.290 AB	930 A	5.820 AB
	36	25.430 B	1.080 A	9.540 B

Mayúsculas y minúsculas en columnas indican análisis separados y diferencias ($P \leq 0,05$), según Tukey.

RBT: recuento de bacterias totales; RC: recuento de coliformes totales; RP: recuento de psicrotróficos.

En el Cuadro 2, se observa el efecto de la temperatura de la solución detergente, considerada independientemente del tiempo de almacenamiento. Existe un notorio efecto de la temperatura de la solución detergente sobre la magnitud que alcanzan los recuentos de los tres tipos de bacterias estudiadas (bacterias totales, coliformes y psicrotróficas), observándose una relación inversa entre ambas variables. El efecto simultáneo de los dos factores controlados (temperatura y tiempo), se analiza separadamente para cada nivel térmico (Cuadro 3). La evolución de los RBT permite apreciar una duplicación entre el nivel de T1 y T2, con una magnitud de crecimiento similar, pudiendo establecerse en ambos casos, diferencias significativas entre el contenido inicial y final. En los RC se observa una mayor diferencia, siendo los de T2 siete a diez veces superiores. Sin embargo, en ambos casos, el transcurso del tiempo no modifica significativamente la concentración inicial de bacterias. La población de psicrotróficos (RP) se incrementa notoriamente como consecuencia de la menor temperatura de la solución detergente, verificándose un menor crecimiento relativo en T1 que en T2.

CUADRO 2. Promedios de recuento bacteriano de la leche refrigerada, obtenida con un equipo de ordeña sometido a dos temperaturas de lavado (colonias/ml)

TABLE 2. Average bacterial counts of refrigerated milk, obtained with a milking equipment washed at two temperatures (colonies/ml)

Tratamiento	RBT	RC	RP
T1 (80° C)	10.360 a	112 a	1.670 a
T2 (30° C)	20.483 b	957 b	5.950 b

Letras distintas en columnas, indican diferencias ($P \leq 0,05$), según Tukey.

RBT: recuento de bacterias totales; RC: recuento de coliformes totales; RP: recuento de psicrotróficos.

De los antecedentes expuestos se concluye que para el lavado de los EMO, resulta recomendable utilizar altas temperaturas (80° C) en el agua destinada a preparar la solución detergente, pues se obtienen leches con significativos menores recuentos que cuando se utiliza agua tibia (30° C) para los mismos fines. Esta si-

tuación permitiría suponer una respuesta más categórica aún, al considerar el uso de agua fría (15° C) para lavar los EMO, condición que se observa en un 20% de los productores del Area Metropolitana y la VI Región.

RESUMEN

Se realizó un ensayo, en la Estación Experimental La Platina (INIA), en el cual se estableció dos tratamientos, según el nivel térmico de la solución de lavado del equipo de ordeña: 80° C (T1) y 30° C (T2). Se efectuaron 10 repeticiones sucesivas por cada tratamiento, consistentes en muestreos de leche a las 0, 24 y 36 hr de almacenamiento refrigerado, determinándose los recuentos/ml de bacterias totales (RBT), coliformes (RC) y psicrotróficas (RP). Los efectos del tratamiento higiénico del equipo de ordeña y del transcurso del tiempo, se analizaron mediante un diseño de parcela divididas, donde la contaminación inicial constituyó el factor principal.

El contenido microbiano de la leche se vio afectado significativamente por la temperatura de la solución detergente ($P \leq 0,05$), siendo los valores correspondientes a T1 y T2 los siguientes: RBT = 10.360a y 20.483b; RC = 112a y 957b; RP = 1.670a y 5.950 b.

El tiempo de almacenamiento refrigerado, analizado independientemente para T1 y T2, afectó significativamente las concentraciones bacterianas ($P \leq 0,01$), observándose los siguientes valores, a las 0, 24 y 36 hr; en T1: RBT = 8.040a, 9.530ab y 13.510b; RC = 117a, 110a y 110a; RP = 1.080a, 1.310a y 2.620b. Los recuentos en T2 fueron: RBT = 16.730A, 19.290AB y 25.430B; RC = 860A, 930A y 1.080A; RP = 2.490A, 5.820AB y 9.540B.

Se concluye que el uso de soluciones detergentes a 80° C optimizaría la calidad bacteriológica de la leche, aunque ésta resultó satisfactoria al emplear temperaturas de 30° C.

LITERATURA CITADA

- BRADLEY, R.L. 1982. Efficient cleaning with warm water. *J. Food Prot.* 45 (11): 1010-1012.
- COUSINS, C.M. and McKINNON, C.H. s/f. Limpieza y desinfección en la producción de leche. En: *The National Institute for Research in Dairying. Ordeño Mecánico*. Montevideo, Uruguay. Edit. Agropecuaria Hemisferio Sur. p.: 398-460.
- LUCK, H. 1972. Bacteriological quality tests for bulk-cooled milk. *Dairy Sci. Abs.* 34 (2): 101-122.
- MAGARIÑOS, HAROLDO. 1978. Análisis microbiológico de leche y productos lácteos. Manual práctico. Valdivia. Centro tecnológico de la leche. Universidad Austral de Chile. 243 p.
- PEDRAZA G., CARLOS, AGUERO E., HERNAN, GODOY O., SELFA. 1987. Efecto del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad bacteriológica de la leche. *Agricultura Técnica (Chile)* 47 (2): 142-147.
- PEDRAZA G., CARLOS, JARPA H., CRISTIAN, HARGREAVES B., ANTONIO, AGUERO E., HERNAN. 1981. Efecto del enfriamiento y del transcurso del tiempo sobre la calidad láctea desde su obtención y recepción en planta. *Agricultura Técnica (Chile)* 41 (4): 233-237.
- RANDOLPH, H.E., CJKRABORTY, B.K., HAPTON, O., and BOGART, D.L. 1973. Microbial counts of individual producer and commingled grade A raw milk. *J. Milk Food Technol.* 36 (3): 146-157.
- SCROGGINS, R.W. and MARSHALL, R.T. 1976. Determining sanitary status of farm milk pipeline using the rinse-filter procedure. *J. Milk Food Technol.* 39 (2): 121-124.
- SPENCER, S. 1968. Report of the Committee on dairy farm methods 1966-1967. Second Section. *J. Milk Food Technol.* 31 (2): 47-51.
- SUAZO D., XIMENA. 1987. Determinación de bacterias totales, coliformes y psicrotróficas en leche almacenada en estanques enfriadores prediales y efecto de la temperatura de lavado del equipo de ordeña sobre el contenido microbiano de la leche. Santiago, Universidad de Chile. 184 p. (Tesis Méd. Vet.).
- THOMAS, S.B. and THOMAS, B.F. 1977a. The bacterial content of milking machines and pipeline milking plants. A review. *Dairy Ind. Int.* 42 (4): 7-12.
- THOMAS, S.B. and THOMAS, B.F. 1977b. The bacterial content of milking machines and pipeline milking plants. Part two of a review. *Dairy Ind. Int.* 42 (5): 16-23.
- WATROUS, G.H. 1975. Food soils, water hardness and alkaline cleaner formulations. *J. Milk Food Technol.* 38 (3): 163-165.