

## Preenfriado de la leche a partir de la reutilización de agua en tambos\*

Milk precooling based on water recycling in dairy farms

Pol<sup>1</sup>, M., Herrero<sup>1</sup>, M.A., Bearzi<sup>1</sup>, C., Catracchia<sup>1</sup>, C.,  
Bontá<sup>1</sup>, M., Pereyra<sup>2</sup>, A.M., Tirante<sup>3</sup>, L., Maito<sup>1</sup>, J.,  
Flores<sup>4</sup>, M. y Gonzalez Pereyra<sup>1</sup>, A.V.

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora

---

### Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la eficiencia de una alternativa de reutilización del agua proveniente del equipo intercambiador de calor de placas (ICP), en el preenfriado de la leche que disminuya el consumo de agua y reduzca los efluentes generados en tambos, sin comprometer la calidad final de leche. Se realizaron dos experimentos. El primero, durante los inviernos 2002 y 2003, en 3 tambos de similares características. Los ordeños comenzaban entre las 21 y 23h, a tanque vacío (Horario 1) y entre las 12 y 14h, con el tanque con leche del ordeño anterior (Horario 2). En estos tambos, el sistema de enfriado de la leche consistía en el siguiente circuito: perforación-ICP-efluente, denominándolo Circuito Abierto (CA), donde el agua que ingresaba al ICP provenía de la perforación. La nueva alternativa, Circuito Cerrado (CC), consistía en: tanque australiano-ICP-tanque australiano. En este caso, todo el agua que circulaba por el ICP provenía del tanque australiano, cuya temperatura en invierno es menor que la del agua subterránea, para luego volver a reutilizarse para el preenfriado. El segundo experimento se realizó para establecer la posible influencia del CC en la calidad bacteriológica de la leche, mediante una simulación en laboratorio de las curvas de enfriamiento obtenidas a campo (CC y CA). Se utilizaron suspensiones de *Pseudomonas fluorescens* en concentración de  $10^4$  UFC/ml, sometidas a las condiciones de las curvas de enfriamiento en el Horario 1. Los resultados mostraron que la reutilización de agua mediante la implementación del CC durante épocas de bajas temperaturas ambientales, resulta más eficiente en el enfriado de la leche, sin afectar su calidad microbiológica, disminuye la extracción de agua y por ende la cantidad de efluentes generados, promoviendo su aprovechamiento integral en la instalación de ordeño.

Palabras clave: reutilización de agua, tambos, preenfriado de leche, efluentes, calidad de leche.

Recibido: diciembre de 2004

Aceptado: junio de 2005

\* Este trabajo fue presentado en el 27º Congreso Argentino de Producción Animal - 20-22 de octubre 2004, Tandil, Argentina.

1. Docentes Área Agrícola, Dpto. de Producción Animal, Fac. de Ciencias Veterinarias, UBA. Av. Chorroarín 280 (1427) Capital Federal, Argentina. Tel/ fax:54-11-5248415. aherrero@fvet.uba.ar

2. Prof. Cátedra de Estadística y Diseño Experimental Fac. Cs. Agrarias, UNLZ.

3. Med. Vet. Actividad Privada.

4. Docente Área Biometría, Dpto. Salud Pública, Fac. Cs. Veterinarias, UBA.

## Summary

The aim of this study was to evaluate the efficiency of an alternative method to recycle the water from the plate heat exchanger (PHE) in the milk pre-cooling process, in order to diminish water use and the amount of effluents generated in dairy farms, without compromising milk quality. Two experiments were designed. The first one was conducted during the winters of 2002 and 2003, in 3 dairy farms of similar characteristics. Milking times carried out between 21 and 23 h. (Time 1), starting with an empty milk tank and between 12 and 14 h. (Time2), with the tank full of milk from the previous milking. In these dairy farms, the milking pre-cooling circuits were as follows: well-PHE- effluents, called Open Circuit (OC). All the water used by the PHE comes from the water well. The new alternative consisted in a Closed Circuit (CC): water storage tank- PHE- water storage tank. In this case all the water circulating in the PHE came from the storage tank, with wintertime water temperature lower than that of groundwater, to return to the tank afterward. The second experiment was performed to establish the possible influence of CC over the milk bacteriological quality, by simulating cooling curves (CC and OC) under laboratory conditions. *Pseudomonas fluorescens* suspensions were used in  $10^4$ FCU/ml concentrations. Results showed that water recycling by using a CC during low-temperature seasons results in a more efficient alternative in milk pre-cooling, without modifying its quality and diminishing water pumping and the volume of effluents generated in the dairy farm.

Key words: water recycling, dairy farms, milk pre-cooling, effluents, milk quality.

## Introducción

La producción lechera demanda mayor cantidad de agua que otras actividades ganaderas, donde el preenfriado de la leche y la bebida animal, son las actividades de mayor consumo. Distintos autores demostraron que el preenfriado genera consumos de agua, que representan entre el 50 y 90% del volumen utilizado diariamente (Charlon et al., 2002; Nosetti et al., 2002; Willers et al., 1999).

En la Argentina el agua es provista a las instalaciones de ordeño por medio de perforaciones, cuya profundidad se encuentra en general entre los 12 a 30 metros. La mayoría de los acuíferos localizados en las diferentes áreas de producción lechera proveen, en general, suficiente cantidad y calidad de agua para las demandas de los tambos. (Herrero, 2003). Sin embargo, uno de los problemas detectados en diversas zonas productoras de leche, es la disminución de la cantidad de agua subterránea disponible y el deterioro de la calidad producida como

consecuencia de la extracción excesiva o sobreexplotación del agua de los acuíferos (Maldonado et al., 1999).

Por otra parte, la intensificación de los sistemas de producción lechera en la Argentina genera cada vez mayor cantidad de efluentes que se convierten en un problema difícil de manejar, donde prácticamente toda el agua utilizada en la instalación de ordeño pasa a formar la fracción principal de estos efluentes. Los mismos se componen de agua con materia orgánica, restos de leche y productos químicos, siendo el agua proveniente del preenfriado la principal responsable del volumen total producido. (Nosetti et al., 2002; Taverna et al., 2004; Willers et al., 1999)

La reutilización o reciclaje del agua en determinados procesos, redundaría en su mejor aprovechamiento en la instalación de ordeño, siendo necesario obtener información local, para caracterizar estos procesos que determinan la demanda de agua en los tambos. (Willers et al., 1999).

Existen diferentes posibilidades para el diseño del sistema de circulación del agua en la instalación de ordeño, cuando lo que se pretende es reutilizar lo descargado por el equipo intercambiador de calor (ICP) o de preenfriado de la leche. Estas posibilidades se basan en el reuso de este caudal de agua, que además es agua que no ve alterada su calidad inicial, en otras operaciones como la preparación de pezones y el lavado de pisos (sala y corrales) (Taverna et al., 2004). Las mismas disminuyen el consumo de agua pero no representan un ahorro importante en los caudales entregados a los efluentes. Otra alternativa es la reutilización para bebida de animales, cuya aplicación no se analizará en esta oportunidad. (Willers et al., 1999)

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la eficiencia de una alternativa de reutilización del agua proveniente del ICP en el preenfriado de la leche que disminuya el consumo de agua, reduciendo en consecuencia los efluentes generados, sin comprometer la calidad final de leche.

Se diseñaron 2 experimentos. En el primero se evaluó la eficiencia de un sistema de recirculación de agua proveniente del tanque australiano, cuya temperatura en invierno es menor que la del agua subterránea, con el propósito de lograr el enfriamiento de la leche en menor tiempo. En el segundo, se procedió a estudiar la influencia del menor tiempo de enfriamiento en la calidad bacteriológica de la leche, utilizando un género de bacterias psicrotrofas. Las bacterias de este grupo son aquellas que mayores alteraciones ocasionan en las leches refrigeradas mediante la producción de enzimas extracelulares durante su multiplicación. Esto afecta la conservabilidad de la leche y productos lácteos (Reinheimer et al., 1990), siendo necesario alcanzar rápidamente la temperatura final de enfriamiento, para limitar la multiplicación bacteriana, garantizando así la calidad de la misma hasta su procesamiento.

## Materiales y Métodos

### Experimento 1

Fue realizado durante los inviernos de los años 2002 y 2003, seleccionándose 3 tambos de similares características en la provincia de Buenos Aires, con 300 a 400 vacas en ordeño y una producción de leche de 4.500-6.000 litros /día). Todos poseían tanques australianos cercanos al tambo de entre 43.000-55.000 litros de capacidad. Realizaban el preenfriado de la leche con intercambiadores de calor de 40-50 placas (ICP).

Para cuantificar el agua utilizada se midieron in situ los caudales de las siguientes actividades y procesos: Intercambiador de calor (ICP), lavado de maquina y tanque de frío, preparación de pezones y lavado de pisos (corrales y sala), durante cuatro ordeños sucesivos. Todos los consumos se midieron mediante determinaciones de caudales y tiempos totales de uso (Nosetti et al., 2002). Se determinó la calidad físico-química y microbiológica de la perforación de agua utilizada, tanto las instalaciones de ordeño como para el abastecimiento de los tanques australianos en cada tambo. La metodología de recolección y análisis de las muestras, fue la correspondiente al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 1998) y la de evaluación de su calidad se realizó según el criterio de potabilidad establecido por el Código Alimentario Argentino (De la Canal, 1994).

El enfriado se realizaba en tanques de enfriamiento de 10.000 a 12.000 litros de capacidad. Los tambos disponían de instalaciones que permitían realizar el ordeño en 2 h. 30' aproximadamente. Los ordeños comenzaban entre las 21 y 23 h., con el tanque vacío (Horario 1) y entre las 12 y 14 h., con el tanque con leche del ordeño anterior (Horario 2).

En todos ellos, el sistema tradicional de enfriado de la leche consistía en el siguiente circuito: perforación-ICP-efluente, denomi-

nándolo en este experimento, denominándolo Circuito Abierto (CA), donde el agua que ingresaba al ICP provenía de la perforación, pudiendo eventualmente ser reutilizada en diversos usos (ej: para higiene de pezones o lavado de pisos y corrales), siendo siempre el destino final los efluentes.

La alternativa propuesta consistió en: tanque australiano-ICP-tanque australiano Circuito Cerrado (CC). En este caso, el agua que circulaba por el ICP volvía al tanque australiano, y se reutilizaba nuevamente para el preenfriado de la leche.

Fueron registradas durante el ordeño, cada 15 minutos, las siguientes temperaturas: ambientales, agua pre-ICP (CA: perforación y CC: tanque australiano en el punto de entrada al circuito) y agua post-ICP en ambos circuitos. Se registró también la temperatura de la Leche pre y post-ICP y la temperatura de la masa de leche en el tanque, desde inicio del ordeño hasta que llegase a 3 °C. Las temperaturas fueron medidas con termómetro de mercurio en todos los casos.

Para evaluar los dos horarios (1 y 2) se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, en bloques completamente aleatorizados, donde los bloques fueron los tambos, la parcela principal, los tipos de circuitos (CC y CA) y la sub-parcela los tiempos registrados, analizando la temperatura post-ICP de la leche (Cochran y Cox, 1990; Kuehl, 2001). Además se analizaron las temperaturas de la leche en el tanque de enfriamiento (CC y CA) para ambos horarios (1 y 2) como mediciones repetidas en el tiempo (Everitt, 1995). Para las estimaciones de los efectos fijos y la estructura de covarianzas se utilizó la estimación REML (Kenward y Roger, 1997). La selección de la estructura de covarianza se realizó según el criterio de Akaike (Akaike, 1974; Bozdogan, 1987). La Prueba de la mediana se utilizó para comparar los tiempos en que ambos circuitos alcanzaban los 3°C (Conover, 1980). El procedimiento se realizó por medio del software SAS, 2000.

## Experimento 2

Una suspensión bacteriana en leche de *Pseudomonas fluorescens* ATCC 13525, en una concentración de  $10^4$  UFC/ml., fue sometida al enfriamiento en el CA y el CC. La evolución de la concentración bacteriana fue establecida a partir del momento en que cada circuito alcanzaba la temperatura final (3 °C), y luego a las 12 y 24 horas.

Para ello se realizó una simulación en laboratorio de las curvas de enfriamiento obtenidas a campo (CC y CA) en el Horario 1 (Figura 1a). Los coeficientes se obtuvieron a partir de un modelo autorregresivo AR (1) (Hamilton, 1994). Las pendientes fueron para CC: - 0,035 y para CA: - 0,038.

La suspensión bacteriana se logró a partir de un vial liofilizado realizándose un cultivo de 24 hs a 35°C en TSA (triptosa-soja-agar) con el cual se procedió a hacer una suspensión en solución fisiológica estéril. La concentración bacteriana fue establecida por densidad óptica (DO), la cual correspondió al tubo 1 de la escala de Mac Farland. Paralelamente se efectuaron recuentos en placa en TSA, incubándose 24 hs. a 35 °C. El número de bacterias en la suspensión inicial fue de  $1,1 \times 10^8$  UFC/ml. Luego se procedió a realizar diluciones decimales en proteosa-peptona (0,1%) para obtener una concentración de  $10^6$  UFC/ml. Un mililitro de dicha dilución fue transferido a 99 ml de leche descremada estéril con el fin de obtener una concentración final de  $10^4$  UFC/ml.

Las curvas de enfriamiento fueron reproducidas utilizando dos recipientes adiabáticos de telgopor, de 58 x 36 x 32 cm, con paredes de 3 cm de espesor. Cada recipiente representó uno de los circuitos. En cada uno se colocaron 7 frascos de 30 cm<sup>3</sup> de capacidad, 6 de ellos conteniendo 5 ml de la suspensión bacteriana, y uno (frasco testigo) conteniendo el mismo volumen de leche, para registrar en él la temperatura de la suspensión. En cada caja fueron colocados refrigerantes congelados, hasta lograr una temperatura interna estabilizada en

8°C, momento en el cual fueron introducidos los 7 frascos con las suspensiones de acuerdo a la temperatura inicial correspondiente a cada circuito. Los frascos conteniendo las suspensiones fueron colocados, a su vez, dentro de recipientes de vidrio cubiertos internamente con algodón, de manera que el aire frío pueda circular entre ellos.

En estas condiciones fue iniciado el enfriamiento de las suspensiones de acuerdo a las pendientes de las funciones correspondientes a cada circuito, la cual fue monitoreada cada 5 minutos a través de un termómetro digital con sensor remoto que permitía registrar la temperatura del frasco testigo, sin abrir el recipiente. El descenso de la temperatura, fue logrado agregando refrigerantes luego de registrarse el mismo valor durante 10 minutos. De esta manera fueron obtenidas temperaturas semejantes a los valores propuestos por el modelo estadístico utilizado "AR(1)".

Una vez finalizado el proceso de enfriamiento (aproximadamente 3 horas), para cada sistema y concentración, se realizó inmediatamente un conteo bacteriano en placa, siguiendo el método descrito por IDF Standard 101A:1991, incubación 10 días a 6,5°C, a partir de un primer grupo de dos frascos. Las 4 suspensiones restantes fueron mantenidas en frío (3°C) hasta las 12 hs (n=2) y 24 hs (n=2) de iniciado el tratamiento, para la realización de los respectivos conteos. El procedimiento se repitió al día siguiente.

Se analizó la variable cuentas viables de *P. fluorescens* en leche para los dos tipos de circuitos (CC y CA), tres momentos de determinación (3, 12, y 24 hs. de iniciado el proceso de enfriamiento), en los dos días del ensayo con dos determinaciones por día. Se realizó un análisis de varianza en el que se consideraron los siguientes efectos: circuitos (2), momentos de determinación (3), días

(2), y la interacción de circuito por momento de determinación (6) (Kuehl, 2001).

## Resultados Y Discusión

La evaluación realizada con relación a los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino para establecer la calidad del agua de los tambos (De la Canal, 1994) mostró que la misma es potable. Los consumos totales de agua en los tambos se hallaron entre 24.000-35.000 litros de agua/día. El preenfriado de la leche (ICP) representó entre el 55 y 73% del total, el lavado de corrales y pisos entre el 20 y 35%, la higiene de equipos entre el 2 y el 5% y la preparación de pezones entre el 1,5 y 2,5%. Estos valores resultan similares a los obtenidos por otros autores (Nosetti et al., 2002; Taverna et al., 2004). De acuerdo a estos resultados, el agua del ICP se presenta como la mejor opción para ser reutilizada, cuya calidad no se ve alterada durante el proceso de refrescado de la leche, y termina como las demás fracciones en el efluente.

### Experimento 1

En ambos análisis se hallaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, respecto a la variable respuesta (Temperatura de la leche post-ICP), mostrando las ventajas del CC bajo estas condiciones ambientales (Cuadro 1).

La evolución de las temperaturas en el tiempo de la masa de leche en el tanque de enfriamiento se observa en la Figura 1. En ambos horarios la estructura de covarianza más adecuada fue AR(1). En el horario 1 debido a que no hubo efecto de la interacción tiempo por circuito, como puede observarse en la Figura 1a, se compararon los circuitos hallándose diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las temperaturas medias de ambos circuitos, siendo la temperatura del CA mayor que la del CC al 5%.

Cuadro 1: Temperaturas (Media y DS) y tiempos medios de enfriado registradas para dos sistemas de refrescado de leche utilizando circuitos de agua cerrado (CC) y abierto (CA), en dos horarios de ordeño (tanque vacío (1) y tanque con leche del ordeño anterior (2)).

Table 1: Temperatures (Mean and SD) and cooling mean times registered using two milk cooling systems, close (CC) and open water circuits (CA), in two milking times (empty bulk milk tank (1) and tank with milk from the previous milking (2)).

Horario	Sistema	Temperatura del agua Pre-ICP					Tiempo medio total (minutos) de llegada a 3°C	
		Inicial	A lo largo del ordeño		Temperatura al final	Temperatura de la masa		
1	CC	4,5 ±0,41	16,29 ±0,37	21,12 ±0,59	14,74 ±0,25	7,13 ±0,81	210'	
	CA	4,09 ±0,35	18,17 ±0,06	18,16 ±0,07	25,11 b ±0,75	13,85 ±0,49	10,00 ±1,00	235'
2	CC	8,71 ±0,70	16,53 ±0,5	17,07 ±0,36	20,64 a ±0,56	3,00 ±0,00	6,03 ±0,06	225'
	CA	8,90 ±1,08	18,03 ±0,05	18,10 ±0,04	24,77 b ±0,94	3,00 ±0,00	8,03 ±0,06	260'

En cada horario letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

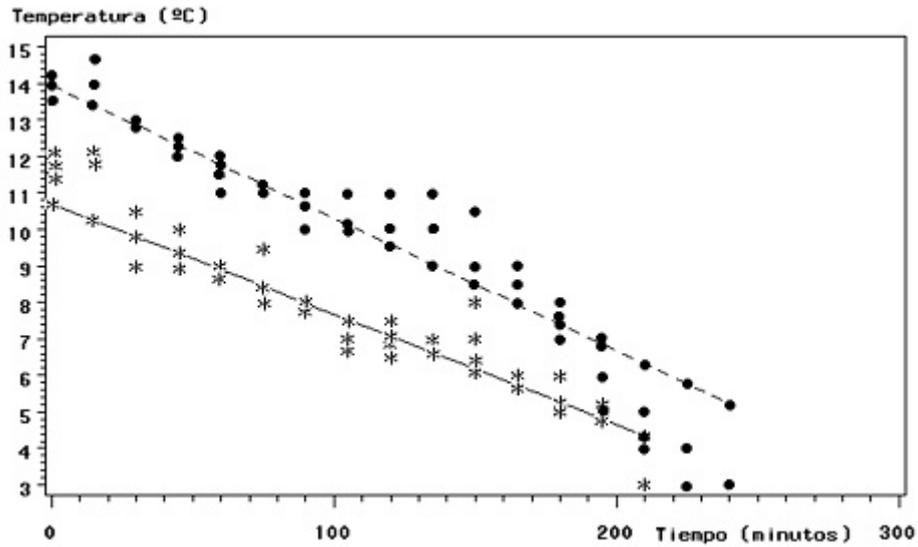
Se consideró para el Horario 2 un modelo con componente cuadrática para el tiempo, resultando significativa al 5%, al igual que la interacción tiempo por circuito, que se presenta en la Figura 1b. En esta figura se puede observar que los circuitos comienzan a diferenciarse a medida que transcurre el tiempo.

Según la prueba de la mediana se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), para ambos horarios, entre los tiempos en que ambos circuitos llegan los 3°C, obteniéndose una reducción en el tiempo de funcionamiento del equipo de frío de 1 hora/día con el CC para lograr la misma temperatura de enfriado que con CA (Cuadro 1).

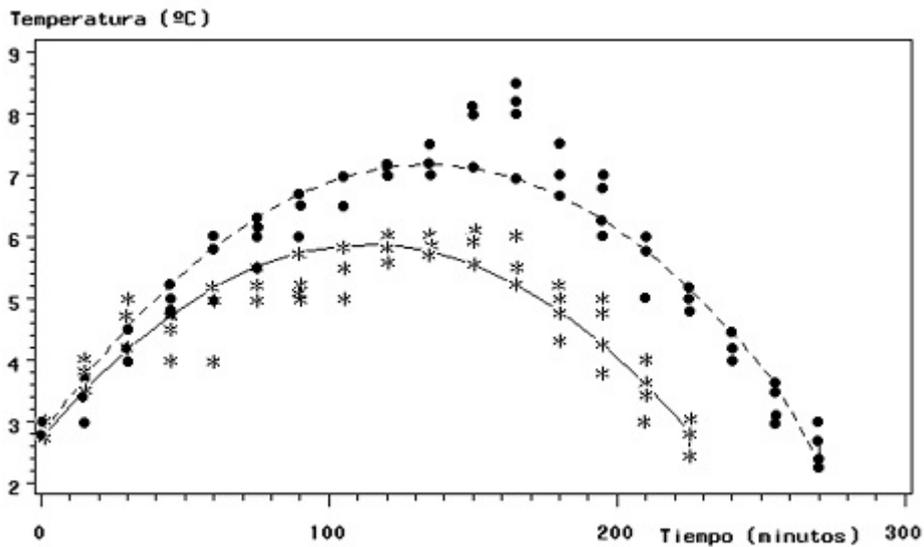
Si consideramos las temperaturas ambientales del experimento, esta alternativa podría aplicarse entre el 15/5 y el 31/8, en Buenos Aires y zonas de similares características climáticas, donde las temperaturas medias y mínimas históricas

son similares a las registradas. En esta época además, se encuentra disminuido el riesgo de evaporación y concentración de sales en el tanque australiano. Esta disminución en el tiempo de enfriado de la masa de leche, implica una reducción en el funcionamiento del equipo de frío de 100 horas totales, en la época del año mencionada. Considerando que el consumo energético de los establecimientos estudiados era de 12 kw/h promedio, se puede decir que para toda la temporada de aplicación se ahorran 1200 kw, cubriendo al primer año los costos de instalación del CC. Sin embargo, su mayor utilidad se encuentra en el ahorro de un caudal importante de agua, calculado como un valor entre el 55 y 70% del consumo total, representando entre 25.000 – 40.000 litros de agua/día en ambas de estas características, reduciendo así la extracción de agua y la cantidad de efluentes generados.

a) Horario 1 (tanque vacío)



b) Horario 2 (con leche del horario anterior)



—○—○— Circuito abierto (CA)  
 —☆—☆— Circuito Cerrado (CC)

Figura 1: Evolución de la temperatura de la masa de leche (° C) en función del tiempo (minutos) en el tanque de frío según Circuitos Cerrado y Abierto.

Figure 1: Evolution in time (minutes) of bulk tank milk temperatures (°C) using close and open water circuits.

## Experimento 2

No se detectaron diferencias significativas al 5% para la interacción circuito por momento de determinación, ni para ninguno de los otros efectos ( $p > 0,05$ ), es decir que no se observaron variaciones en el número de *P. fluorescens* al variar el tipo de circuito, ni el día, ni el momento de determinación (horas) (Cuadro 2).

El CC demostró tener la misma eficiencia que el CA para conservar la calidad bacteriológica de la leche. En ambos circuitos no se observó incremento en los conteos bacterianos durante las 24 horas siguientes a la salida de la suspensión del sistema simulado.

en donde los acuíferos presentan vulnerabilidad a la sobreexplotación, promoviendo su aprovechamiento integral en la instalación de ordeño.

Es fundamental destacar que una de las fuentes posibles de contaminación de la leche durante el ordeño, es cuando se produce el contacto Agua-Leche a través de filtraciones ocasionadas por placas dañadas y/o uniones de goma en mal estado en el equipo intercambiados de calor de placas (Iramain et al., 2005). El mantenimiento periódico de este equipo adquiere mayor importancia en el caso de utilizar el Circuito Cerrado, dado que el agua almacenada en

Cuadro 2: Evolución de la carga bacteriana (Media y DS) a partir del proceso de enfriamiento y conservación de la leche en el sistema simulado (expresado en UFC x 10<sup>4</sup>/ml).

Table 2: Bacterial load evolution (Mean and SD) beginning at the milk cooling and conservation process in the simulated system (expressed as FCU x 10<sup>4</sup>/ml).

Circuito	Tiempo transcurrido desde el inicio del proceso de enfriamiento		
	3 horas	12 horas	24 horas
CC	2,07 ±0,17	1,97 ±0,12	2,08 ±0,17
CA	1,95 ±0,36	1,95 ±0,19	2,16 ±0,48

circuitos de agua cerrado (CC) y abierto (CA)

## Conclusiones

Existen diferentes alternativas en el diseño del sistema de agua de la instalación para reutilizar lo descargado por el equipo intercambiador de calor de placas, los que generalmente se basan en el reuso del agua para lavado de ubres, pisos y corrales, que si bien reducen el consumo de agua no están diseñadas para disminuir aquellos consumos de mayor incidencia en el volumen total de efluentes.

La reutilización del agua de preenfriado mediante la implementación de un circuito que permita su uso en el mismo proceso de preenfriado durante épocas de bajas temperaturas ambientales, permite disminuir la extracción de agua, especialmente en zonas

el tanque australiano estaría expuesta a mayores fuentes de contaminación.

Esta propuesta de bajo costo representa además un ahorro de energía pudiendo adaptarse fácilmente a cualquier instalación sin modificar las prácticas de manejo y mejorando la eficiencia en el proceso de enfriado de la leche, sin afectar su calidad microbiológica.

## Agradecimientos

Se agradece a los productores que facilitaron el trabajo en los tambos, a la empresa Westfalia Surge Arg. por el financiamiento brindado para parte del trabajo de campo, al Sr. Jorge Vecchi por el asesoramiento brin-

dado en cuestiones técnicas relativas a los equipos para el enfriamiento de la leche y a las Dras. Sonia Korol y M. Susana Fortunato por la colaboración brindada en la preparación de las soluciones bacterianas.

### Bibliografía

- Akaike, H. 1974. A New Look at the Statistical Model Identification, IEEE Transaction on Automatic Control, AC -19:716-723.
- American Public Health Association. 1998. Standard Methods for Water and Wastewater - 20<sup>o</sup> Ed. Washington DC, USA, pág. 850.
- Bozdogan, H. 1987. Model Selection and Akaike's Information Criterion (AIC): The General Theory and Its Analytical Extensions. Psychometrika, 52: 345-370.
- Charlón, V., Taverna, M. y Herrero, M.A. 2002. El agua en el tambo. 43-54. In: Manual de referencia para el logro de leche de calidad. INTA Rafaela, Argentina, 1<sup>o</sup> ed. pp.133.
- Cochran, W.G. y Cox, G.M. 1990. Diseños experimentales. Ed. Trillas, Méjico. 2da. Edición
- Conover, W.J. 1980. Practical Non parametric statistics, Ed. John Wiley, New York. 2da. Ed.
- De la Canal, J.J. 1994. Código Alimentario Argentino, Tomo I, Capítulo XII, Art.982, Ed. De la Canal y Asoc. Bs. As., Argentina, pág. 331.
- Everitt, B.S. 1995. The analysis of repeated measures: a practical review with examples. The Statistician 44(1): 113-135.
- Hamilton, J.D. 1994. Time series analysis. Princeton University Press.
- Herrero, M.A. 2003. El agua y su importancia en la producción animal. In: Bases para la Producción Animal - Ed. B.M.Press, Buenos Aires, Argentina: 115-154.
- IDF Standard 101A. 1991. Milk. Enumeration of psychrotrophic microorganisms. Colony count technique at 6.5 °C. International Dairy Federation.
- Iramain, M.S., Pol, M., Korol, S., Herrero, M.A., Fortunato, M.S., Bearzi, C., Chavez, J. y Maldonado May, V. 2005. Pseudomonas aeruginosa en agua y leche cruda: informe preliminar. In: Vet Vol 7, en prensa.. Publicado electrónicamente <http://www.fvet.uba.ar/invet/pseudomonasherrero.pdf>. 20/03/05.
- Kenward, M. and Roger, J. 1997. Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. Biometrics, 53:983-997.
- Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos. Ed. Thompson Learning, Mexico D.F.
- Maldonado May, V., Herrero, M.A., Sardi, G., Flores, M., Carbó, L., Cyngyser, A. y Martínez, E. 1999. Calidad del agua en tambos de la cuenca lechera oeste de Buenos Aires. Rev. VET. ARG. Vol .XVI (157): 506-513.
- Nosetti, L., Herrero, M.A., Pol, M., Maldonado May, V., Iramain, M. y Flores, M. 2002. Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros, 1. Demanda de agua y manejo de efluentes. Rev. INVet (Buenos Aires, Argentina) Vol 4(1): 37-43.
- Reinheimer, J.A., Demkow, M.R. and Calabrese, L.A. 1990. Characteristics of Psychrotrophic microflora of Bulk-Collected raw milk from the Santa Fe Area (Argentina) Aus. J. Dairy Technol. 45(4):41-46.
- SAS Institute Inc. 2000. SAS OnlineDocâ, Version 8, HTML Forma, February 2000, SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Taverna, M., Charlón, V., Panigatti, C., Castillo, A., Serrano, P. y Giordano, J. 2004. Manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. INTA Rafaela, Argentina, p.75
- Willers, H., Karamanlis, X. and Schulte, D. 1999. Potential of closed water systems on dairy farms, Wat. Sci. Tech., 39 (5): 113-119.