Antecedentes sobre contaminación bacteriana de la leche entre predio y planta y factores que la influencian[1]

Carlos Pedraza G.[2]
Cristián Jarpa H.[3]
Antonio Hargreaves B.[2]
Hernán Agüero[4]

INTRODUCCION

La industria lechera nacional anualmente experimenta grandes pérdidas económicas derivadas de problemas de calidad en la leche cruda.

En el año 1976 se rechazaron 5,76 millones de litros (Chile–CORFO, 1977) por acidez excesiva. Von Baer y Bidegain (1975) encuentran un promedio de 74.600.000 colonias/ml en leches que se recepcionan en la Zona Sur, cifras que reflejan la existencia de serios problemas tecnológicos en el manejo de la leche cruda.

El 8 de febrero de 1979 se promulga el Decreto Ley N° 271, que fija el sistema de pago de la leche según su calidad, cuerpo legal cuya meta es transformar a la industria lechera nacional en un sector productivo, que cumpla cabalmente los intereses de la población consumidora, tal es, ofrecer un producto de óptima calidad y a un precio razonable.

El presente estudio contribuye con antecedentes técnicos, que pueden ser considerados en el análisis de futuras programaciones.

[1] Recepción de originales : 16 de septiembre de 1980.

[2] Méd. Vet. e Ing. Agr., respectivamente, Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

[3] Candidato al Título de Médico Veterinario, U. de Chile.

[4] Méd. Vet., Escuela de Medicina Veterinaria, U. de Chile.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevo a cabo con muestras de leche extraídas de 32 lecherías, ubicadas en el Area Metropolitana y se desarrolló entre los meses de agosto y diciembre de 1978. Se seleccionaron sólo lecherías que empleaban equipos mecánicos de ordeña (EMO). Los cálculos estadísticos fueron basados en un diseño completamente al azar.

La obtención de muestras de leche se efectuó en base al siguiente esquema:

RBi : Recuento bacteriano total inicial, en leche obtenida a la salida del EMO, antes del enfriador.

RBf : Recuento bacteriano total final, de la mezcla de leche proveniente de la ordeña de la mañana y de la tarde del día anterior.

TRAMi : Test de Reducción del Azul de Metileno (TRAM), en leche obtenida a la salida del EMO y antes del enfriador.

TRAMf : En leche mezcla de la mañana y de la tarde del día anterior, obtenida en el andén de recepción de la planta lechera.

Además se determinaron valores de TRAM para la leche de los tarros de la ordeña de la mañana; TRAM de la mezcla de leche de la ordeña AM y PM del día anterior, pero en muestra obtenida en el predio. Las diferencias en TRAM atribuibles a los niveles de contaminación y/o proliferación bacteriana estudiados se analizaron por medio de ANDEVA.

El efecto temperatura y tiempo sobre el desarrollo bacteriano, medido indirectamente a través del TRAM, se determinó mediante toma de muestras a la salida del EMO, antes del enfriador, las que se sometieron a los siguientes manejos:

E_1: leche enfriada y almacenada a 4º C, por espacio de 4 horas.

E_2: leche enfriada y almacenada a 10º C por espacio de 4 horas.

E_3: leche enfriada y almacenada a 15º C por espacio de 4 horas. Cada una hora se extrajeron muestras de TRAM en duplicado.

Estos resultados se analizaron mediante un factorial de 3 x 4.

RESULTADOS Y DISCUSION

El RBi alcanzó un promedio de 118.333 bact/ml, con un mínimo de 2.500 y un máximo de 700.000 (C.V. = 134%); esto significó un TRAM promedio de 8 horas y 30 minutos (C.V. = 26%). Estos valores señalan que el 100% de las lecherías, cuando son medidas en el predio, cumplen satisfactoriamente con las exigencias de calidad planteadas en el Decreto Nº 271 y en el Reglamento Sanitario de los Alimentos.

Al agruparse a las lecherías según el contenido inicial de bacterias, se pudo establecer tres estratos (Cuadro 1). El RBi promedio registrado en este estudio (118.333 ger/ml) correspondería a leche de regular a mala calidad bacteriológica, de acuerdo al criterio de Olson (1962), sin embargo, si se consideran los estratos por separado y de acuerdo al mismo autor, el estrato 1 sería excelente, el estrato 2 regular y el estrato 3 de mala calidad.

Se estableció una correlación entre RBi y TRAMi, igual a r = –0,69 (P = 0,001). Al calcular la regresión se puede observar que ésta adopta un comportamiento lineal (Figura 1), significando que el TRAM disminuye proporcionalmente a medida que se incrementa el RBi. Interesa destacar también el nivel que alcanzan los valores iniciales, para compararlos en el mismo gráfico con los valores de RBf y TRAMf obtenidos, en las mismas fechas, al final del recorrido, una vez que llegan a la planta receptora de leche.

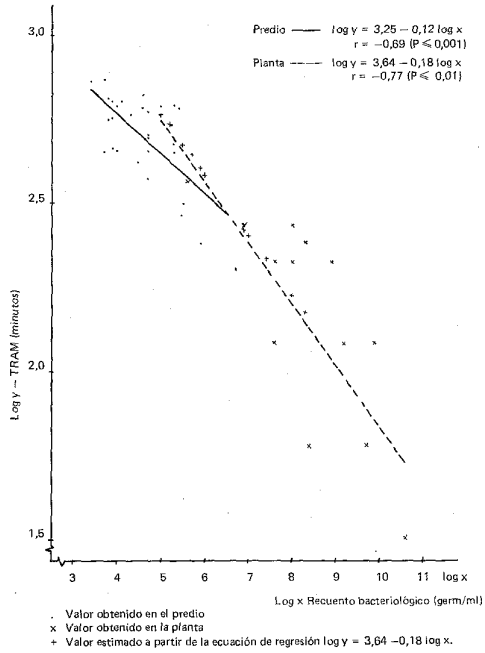

Figura 1. Correlación entre recuento bacteriano y TRAM medidos en el predio y planta lechera.

Se obtuvo un RBf promedio, de todos los estratos, expresados en millones de bact/ml; de 548; con un mínimo de 0,11 y un máximo de 7.900 (C.V. = 340%). El primer estrato llega a 17; el segundo a 48 y el tercero a 1.580. Von Baer y Bidegain (1975) determinaron, para la Zona Sur, un promedio de 74, bact/ml, en leche recibida en planta, con un rango entre 3, y 330 bact/ml, todo expresado en millones.

El RBf promedio establecido en este estudio representa un incremento de 4.420 veces el RBi, cifra que refleja un grave problema de manejo postcosecha de la leche (Hodgson y Reed, 1960); se encontró un valor de correlación r = 0,63 (P = 0,001) entre los valores de RBi y RBf, situación que confirma la significativa influencia del RBi sobre el RBf de la leche, aún

CUADRO 1. ESTRATOS, RECUENTOS BACTERIANOS Y TRAM OBTENIDOS

Estratos	% de lecherías	Bact/ml de leche Rango	$\bar{x}$	$\bar{x}$	TRAM (horas) Rango
1	35,48	2.500 – 12.000	7.000	10	12,3 – 7,6
2	32,26	20.000 – 95.000	48.000	8,5	11,1 – 6,3
3	32,26	140.000 –700.000	300.000	6,5	10,0 – 4,0

considerando el notable deterioro por contaminación y/o proliferación registrado en la leche, entre su ordeño y llegada a planta (Figura 2).

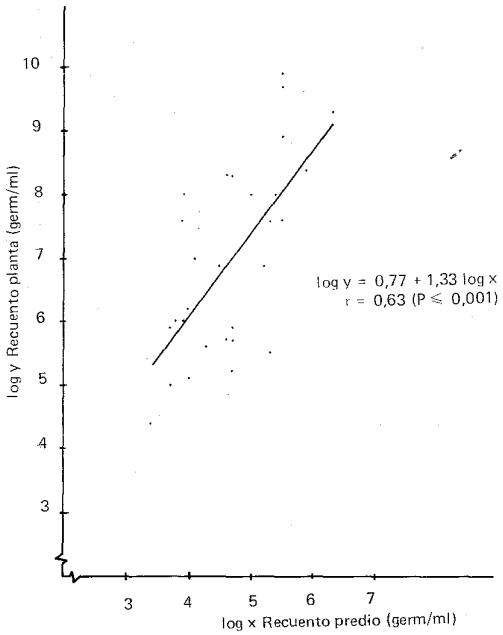

Figura 2. Correlación entre recuento inicial y recuento final (RBi y RBf).

La relación planteada confirma el hecho que, no siendo responsabilidad exclusiva del productor la contaminación adquirida por su leche, éste puede influir fuertemente en la calidad final del producto, al lograr bajos RBi, como consecuencia de su preocupación por la higiene del equipo y proceso de ordeña.

El TRAMf promedio fue de 5 horas, valor que según Goss (1953) y Demeter (1969), corresponde a una leche de regular calidad. Sin embargo, destaca el hecho que alrededor del 61% de las lecherías estudiadas registraron un TRAMf > 6 horas y 30 minutos, valor que según los mismos autores, corresponde a una leche de alta calidad bacteriológica.

Se estableció un valor de correlación entre el TRAMi y TRAMf (r = 0,81; P = 0,001; Figura 3), relación coincidente con lo planteado en la Figura 2, sólo que en esta oportunidad se utiliza un método de diagnóstico de la contaminación bacteriana indirecto, como es el TRAM.

En relación al sistema actual de pago según calidad (Decreto Nº 271 del Ministerio de Agricultura) y considerando los puntos allí establecidos, en este estudio se comprobó que un 80,6% de las lecherías clasificarían su leche como clase A (considerando sólo el criterio TRAM), ya que registraron un TRAM > 3 horas, a pesar que el 48 % de ellas registraron recuento bacterianos muy superiores a lo establecido en el Reglamento Sanitario de los Alimentos de 1960, como máximo permitido para la pasteurización de leche cruda (1.000.000 bact/ml).

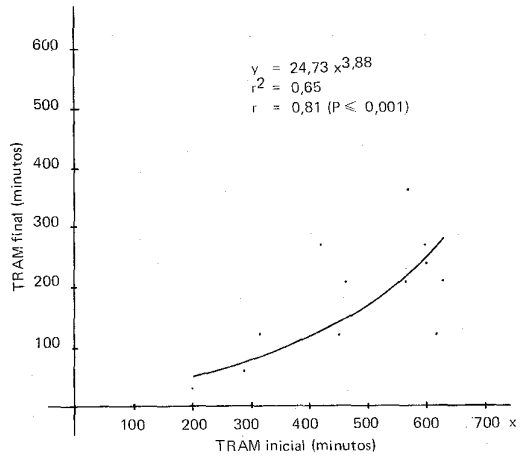

Figura 3. Correlación entre TRAM inicial y TRAM final.

Lo señalado anteriormente puede significar que los niveles exigidos para el TRAM en la reglamentación actual (> 3 horas. Leche Tipo A), sean en la práctica muy restringidos, sobre todo si se considera los elevados recuentos bacteriológicos observados en muestras de leche clasificadas en Tipo A.

Se estableció la correlación RBf y TRAMf, alcanzando un valor de r = –0,77 (P = 0,01; Figura 1); llaman la atención los elevados incrementos bacterianos, que inciden sobre el TRAM cifras que contrastan con los valores iniciales observados en la misma figura.

Se efectuaron mediciones de puntos intermedios entre el TRAMi y el TRAMf, observándose un progresivo deterioro de la calidad láctea (Figura 4). Puede apreciarse que la permanencia de la leche de la ordeña de la tarde en el predio, se traduce en una significativa disminución del TRAM de esta última, probablemente debido a la no presencia de una adecuada infraestructura para enfriar la leche y mantenerla a 4º C.

En este estudio, sólo el 13,4% de las lecherías enfría y mantiene su leche en estanque enfriador; en cambio, el 86,6% restante almacena en tarros y enfría de diversas formas, significando que la leche sale del predio con una temperatura de 12º C.

Se pudo establecer valores de correlación entre el TRAMi y el TRAM de la mezcla de leche (r = 0,76 P = 0,01) y entre el TRAM de la mezcla y TRAMf en planta (r = 0,71; P = 0,01). Son valores positivos, que

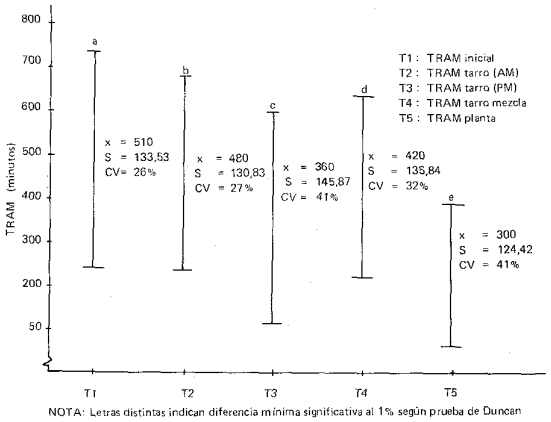

Figura 4. Contaminación de la leche entre predio y planta, evaluada mediante TRAM.

están indicando la influencia favorable que se observa sobre los valores de TRAM, cuando los niveles son altos desde un principio.

La calidad láctea, expresada en términos de TRAM, varió significativamente (P = 0,01) según el efecto de los factores temperatura de enfriamiento y tiempo transcurrido post ordeña, no observándose interacción significativa entre ellos.

La temperatura tuvo un efecto significativo (P = 0,01) en los estratos 1 y 3 (Figura 5); en ambos, el TRAM promedio de leche (577 y 422 min, respectivamente) enfriada a 4º C fue significativamente superior (P = 0,05) al registrado en la leche enfriada a 15º C (524 y 400 min, respectivamente), situación coincidente con lo comunicado por Hammer y Babel (1957), quienes encontraron que el desarrollo bacteriano es mínimo a 4º C y alarmante a 15º C.

De acuerdo a lo expresado en la Figura 5, se aprecia un efecto más eficiente de la temperatura de enfriamiento al ser aplicada sobre leches menos contaminadas (Estrato 1) que en aquéllas muy contaminadas (Estrato 3).

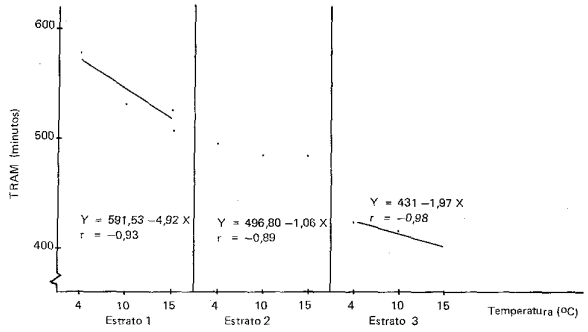

Figura 5. Efecto del factor temperatura sobre la calidad bacteriológica de la leche, evaluada mediante TRAM.

El factor tiempo transcurrido post ordeña generó diferencias significativas (P = 0,01) entre los promedios de TRAM establecidos, para cada hora de exposición (1, 2, 3 y 4 horas), dentro de cada uno de los 3 estratos planteados. Se pudo apreciar una gradual disminución del TRAM con el aumento de las horas post-ordeña (Figura 6). El grado de contaminación inicial de la leche adquiere gran importancia, pues si es bajo, Estrato 1, el TRAM después de 4 horas aún es bueno, situación que contrasta con lo ocurrido en el Estrato 3. Este alcance adquiere enorme importancia, debido a que el productor lechero muchas veces piensa que el factor frío es la solución inmediata y definitiva para la calidad bacteriológica láctea, descuidando los factores que determinan la calidad bacteriana inicial de la leche.

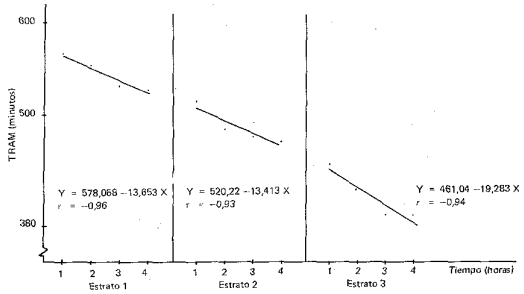

Figura 6. Efecto del factor tiempo sobre la calidad bacteriológica de la leche, evaluada mediante TRAM.

RESUMEN

Se efectuó un estudio en 32 lecherías con ordeña mecánica, en el Area Metropolitana de Santiago, entre agosto y diciembre de 1978.

En la experiencia se midió concentración bacteriana, tiempo de reductasa (TRAM) y temperatura de la leche en el predio, volviéndose a medir las dos primeras cuando llegaron a la planta receptora.
Se establecieron tres estratos de productores, según el contenido inicial de bacterias. La leche de primer estrato salió con 7.000 bact/ml del equipo mecánico de ordeña (EMO) y llegó a planta con 17.000.000 bact/ml; en el segundo y tercer estrato, salió con 48.000 y 300.000 y llegó con 40.000.000 y 1.580.000.000 bact/ml, respectivamente.

Con la leche del predio se efectuó un experimento factorial, que permitió establecer un efecto (P = 0,01) del tiempo y temperatura sobre el TRAM. En el primer, segundo y tercer estrato, por cada hora transcurrida, el TRAM disminuye 13,65, 13,41 y 19,28 min, respectivamente; los valores máximos de TRAM para la primera hora fueron de 564, 506 y 441 min, respectivamente. En el estrato 1 y 3, el TRAM disminuyó en 5 y en 2 min, respectivamente, por cada grado de incremento de temperatura en la leche.

SUMMARY

Antecedents on bacterial contamination of milk from farm to processing plant, and factors affecting this contamination

A survey was conducted from August to December 1978, at 32 dairy farms with mechanical milking equipment, in the Metropolitan Area (surrounding the city of Santiago), Chile.

Bacterial count, time of Reductase Test, and temperature of the milk were measured at each farm; and the first two measurements were repeated on arrival of the same milk to the dairy processing plant.

According to initial bacterial count, the dairies were stratified as follows: first strata, with 7,000 bacteria/ml at the outlet of the milking equipment, and 17,000,000 bacteria/ml when arriving to the plant; second strata, with 48,000 bacteria/ml at the farm and 48,000,000 bacteria/ml at the plant, and third strata, with 300,000 bacteria/ml at the farm and 1,580,000,000 at the plant.

With samples collected at each dairy, a factorial experiment showed the effect of time and temperature on the Reductase Test. For the first, second and third strata, the Reductase Test time diminished, on the average, 13,65, 13,41 and 19,28 min per hour, respectively; the higher values for the first hour were 564, 506, and 441 min, respectively. For the first and third strata, this test time diminished in 5 and in 2 min. respectively, per each Celsius degree increase in the milk temperature.

LITERATURA CITADA

BAER, H. VON Y BIDEGAIN, H. 1975. Prospección sobre calidad higiénica de la leche cruda recibida en plantas de la provincia de Valdivia. En : Seminario para Ejecutivos de la Industria Lechera 4: 1975. Valdivia, Instituto Tecnológico de la Leche (mimeografiado) s/p.

CHILE. Corporación de Fomento de la Producción. 1977. Estudio de comercialización y mercado de leche y productos lácteos. Resumen y conclusiones. 143 p.

DEMETER, K. J. 1969. Lactobacteriología. Zaragoza, España. Acribia, 331 p.

GOSS, E. F. 1953. Tecniques of dairy plant testing. Ames, Iowa, Iowa State College Press, 350 p.

HAMMER, B. W. AND BABEL, F. J. 1957. Dairy bacteriology. London, Chapman and Hall. 614 p.

HODGSON, H. E. Y REED, D. E. 1960. La industria lechera en América. Segunda edición, México, D.F. Impresora Galve S.A.. 368 p.

OLSON, C. J. 1962. Hygiene aspects of milk and payment for quality. J. Milk and Food Tech. 25(11): 355–361.