

Calidad microbiológica del agua utilizada en establecimientos lecheros de la zona de Villa María (Córdoba)

SUSANA G. BETTERA¹, SILVANA A. DIESER¹, CLAUDINA VISSIO², GRACIELA GEUNA¹, CRISTIAN DÍAZ¹, ALEJANDRO J. LARRIESTRA², LILIANA M. ODIERNO¹, CECILIA FRIGERIO¹

¹Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto; ²Departamento de Patología Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta 36 km 601, X5804ZAB Río Cuarto, Córdoba, República Argentina. Correspondencia. E-mail: cfrigerio@exa.unrc.edu.ar

RESUMEN

Se evaluó la calidad bacteriológica del agua de pozo y del agua de lavado en una muestra aleatoria de 50 tambos distribuidos en la cuenca lechera de Villa María (Córdoba), Argentina. La visita a los tambos se realizó en 2007. Un 46 % y un 24 % de los tambos presentaron recuentos de aerobios mesófilos superiores a 500 UFC/ml en el agua de lavado y en el agua de pozo, respectivamente. En un 20 % de los establecimientos se aisló *Escherichia coli* de ambas fuentes de agua. *Pseudomonas aeruginosa* registró una alta frecuencia de aislamiento en el agua de pozo (36 %) y en la de lavado (42 %). Un 80 % y un 88 % de los establecimientos contaban con agua de pozo y de lavado no aptas, respectivamente. Los niveles de mesófilos aerobios y de coliformes totales presentes en el agua de pozo mostraron una concordancia moderada con los detectados en el agua destinada al lavado. En virtud de estos resultados, puede afirmarse que un elevado porcentaje de los tambos ubicados en la cuenca lechera de Villa María emplean agua de calidad bacteriológica deficiente, no apta para el ordeño ni el lavado de las instalaciones.

Palabras clave: agua de lavado, agua de pozo, contaminación bacteriológica, calidad de agua

Microbiological quality of the water used in a random sample from dairy farms in Córdoba, Argentina. Bacteriological contamination of well water and wash water in a random sample obtained from 50 farms from Villa María (Córdoba) dairy area, Argentina, was evaluated during a visit in 2007. Forty six percent and 24 % of farms showed an aerobic mesophilic bacteria count higher than 500 CFU/ml in wash water and well water, respectively. *Escherichia coli* was isolated in 20 % of samples from both sources. *Pseudomonas aeruginosa* showed high frequency of isolation in well water (36 %) and wash water (42 %). Eighty and eighty-eight percent of dairy farms have contaminated well water and wash water, respectively. The findings show moderate concordance between contamination of well water and wash water for mesophilic aerobics and total coliforms. The results reveal that a high percentage of dairy farms in the basin under study have poor bacteriological water quality, not suitable for milking and washing facilities.

Keywords: wash water, well water, bacteriological contamination, water quality

La calidad bacteriológica del agua en los establecimientos lecheros es de relevancia para las distintas actividades realizadas durante el ordeño y puede incidir en la calidad higiénica de la leche (3, 6, 11). La existencia de focos de contaminación luego del lavado de la máquina de ordeño y del tanque de almacenamiento de leche puede ser atribuible, entre otras causas, a la mala calidad bacteriológica de la fuente de agua disponible para realizar las tareas de higiene (2).

En los establecimientos de las cuencas lecheras de la Argentina, el agua que se utiliza en las instalaciones de ordeño proviene de perforaciones particulares (14). Es importante destacar que en nuestro país no existen normativas acerca de la calidad del agua que se debe utilizar en establecimientos lecheros. Asimismo, los productores enfrentan el desafío de disponer de agua potable para la producción de leche según las regulaciones establecidas por el Código Alimentario Argentino (CAA) (5). En el caso

de los productores vinculados con el comercio exterior de productos lácteos, la certificación de agua de buena calidad es un requisito indispensable.

En la Argentina no se dispone de estimaciones sobre el uso del agua y las estrategias de su manejo en áreas rurales. En el caso particular de la lechería, existe solo un limitado número de estudios dirigidos a conocer la calidad bacteriológica del agua, fundamentalmente en establecimientos de gran escala (8, 9). En esos estudios se informa una alta incidencia de contaminación microbiológica del agua en la cuenca del Abasto Sur (Buenos Aires). Sin embargo, no se dispone de estudios basados en muestreos probabilísticos orientados a evaluar la calidad del agua en áreas donde predominan pequeños y medianos productores lecheros.

El objetivo del presente trabajo fue describir la magnitud y la distribución de la contaminación bacteriológica del agua en 50 establecimientos lecheros de la cuenca

de Villa María, ciudad cabecera del Departamento de General San Martín, provincia de Córdoba, Argentina. Además, se evaluó la concordancia entre los hallazgos microbiológicos en el agua de pozo respecto de aquellos detectados en el agua destinada al ordeño.

El presente estudio se llevó a cabo en la cuenca de Villa María, la que está ubicada en la zona central de la provincia de Córdoba y conforma el segundo conglomerado lechero de la provincia, en términos de importancia. En esta cuenca, un 75 % de los 500 productores que la integran producen un volumen de leche menor de 4000 litros por día.

Se seleccionaron al azar 50 rodeos pertenecientes a la Unidad Ejecutora Local (UEL) Villa María, compuestos por 100 a 200 vacas cada uno. Los productores fueron invitados a participar mediante una carta de presentación, y luego fueron contactados vía telefónica (12). Cuarenta y cinco de los 50 productores aceptaron participar a partir del contacto inicial, lo que representa una tasa de respuesta del 90 %. Los restantes 5 productores incluidos en la muestra fueron seleccionados al azar de la lista original provista por la UEL. Los establecimientos lecheros fueron visitados una vez entre los meses de marzo y octubre de 2007.

Durante la visita se recolectaron dos muestras de agua, una proveniente de la fuente (AF) (pozos con bomba o molinos) y otra proveniente del agua de lavado (AL). En ningún caso el agua recibía tratamiento de desinfección. La profundidad de las perforaciones que extraen agua de la parte superior del acuífero freático en dicha zona es variable y oscila entre los 6 y 20 m. El muestreo fue llevado a cabo según criterios establecidos para exámenes de aguas y efluentes por la American Health Public Association (AHPA) (1). Cada establecimiento fue georreferenciado utilizando un GPS eTrexLegend™ (Garmin Ltd.).

El número de bacterias aerobias mesófilas (BAM) fue determinado mediante el método de siembra en placa en profundidad en agar para recuento (Britania, Buenos Aires, Argentina). El conteo de bacterias coliformes totales (CT) fue realizado en caldo Mac Conkey (Britania, Buenos Aires, Argentina) utilizando el método del número más probable (1). La presencia de *Escherichia coli* se determinó luego de la adición de 100 ml de muestra a igual volumen de caldo Mac Conkey doble concentración, con aislamiento en agar eosina azul de metileno (Britania, Buenos Aires, Argentina) antes de la identificación bioquímica (1). La presencia de *Pseudomonas aeruginosa* se determinó luego de la adición de 100 ml de muestra a igual volumen de caldo cristal violeta (Fluka, Sigma Aldrich, EE.UU.) doble concentración, con aislamiento en agar cetrimide (Merck, Buenos Aires, Argentina) y posterior identificación bioquímica (1). Se utilizaron las cepas de referencia *E. coli* ATCC 25922 y *P. aeruginosa* ATCC 2783.

En este estudio, la calidad bacteriológica del agua fue definida de acuerdo con los criterios establecidos por el

CAA para el agua potable de consumo humano, de modo que el agua fue considerada no apta al detectarse la presencia de *E. coli* o de *P. aeruginosa*, así como también cuando el recuento de BAM superó las 500 UFC/ml o el de CT excedió 3 NMP/100 ml.

Se realizó el análisis de la frecuencia de aptitud de las muestras de AF y AL teniendo en cuenta los parámetros evaluados. En el caso de los niveles de aptitud del agua, se calculó la proporción y su correspondiente intervalo de confianza (IC) al 95 % (10). La concordancia entre la calidad bacteriológica de las muestras de AF y de AL se evaluó utilizando el índice Kappa (10). Los análisis fueron llevados a cabo en el programa SPSS V12.1.

Luego de vincular las coordenadas de cada establecimiento con los resultados de los análisis de agua, se elaboró una base de datos geográficos utilizando el programa Arcview 3.2™. La descripción espacial de los niveles de contaminación fue realizada mediante mapas de puntos (15).

Considerando el total de los establecimientos muestreados, un 46 % (IC: 31,1-60,8) y un 24 % (IC: 11,1-36,8) de las muestras evidenciaron recuentos de BAM superiores al umbral (500 UFC/ml) en el AL y el AF, respectivamente. Dichos valores fueron superiores a los informados para agua de pozo (11,86 %) y de lavado (16,98 %) en la cuenca del Abasto Sur, provincia de Buenos Aires (8).

El recuento de CT superó el valor límite para consumo humano según la normativa vigente (> 3 NMP/100ml) en el 70 % (IC: 56,0-83,7) de las muestras de AF y en el 80 % (IC: 67,9-92,0) de las de AL. Estos porcentajes superan a los que informa el trabajo antes citado: 57,62 % en agua de pozo y 73,58 % en agua de tanque (8). Sin embargo, los recuentos de coliformes obtenidos en otro estudio también demostraron una baja aptitud del agua disponible para la higiene de las instalaciones del ordeño en 62 tambos de las provincias de Santa Fe y Córdoba (4).

La presencia de *E. coli* permitió confirmar el origen fecal de la contaminación en el 20 % (IC: 7,3-32,0) de las muestras de AF y de AL, porcentaje similar al informado en el estudio de Herrero y col. (8), quienes hallaron *E. coli* en el 25,42 % y 28,30 % de las muestras de agua provenientes de pozo y de tanque, respectivamente.

Dieciocho de los 50 establecimientos lecheros (36 %, IC: 21,6-50,3) presentaron *P. aeruginosa* en las muestras de AF, mientras que un 42 % (IC: 27,0-56,6) mostró desarrollo de esta especie en el AL. Así, el nivel de contaminación de muestras de AF y de AL con *P. aeruginosa* resultó mayor que el informado por diferentes autores (7, 9, 11), quienes comunicaron valores de alrededor de 20 % y 30 % para agua de pozo y de tanque, respectivamente. Un aspecto relevante en la valoración de la contaminación por *P. aeruginosa* es su capacidad de formar biofilms, lo que contribuiría a su adherencia a diversas superficies del tanque, al sistema de distribución del agua, al equipo de ordeño y al tanque de almacenamiento de leche (6).

Tabla 1. Concordancia entre la aptitud del agua de fuente y de lavado en 50 establecimientos lecheros de Villa María, Córdoba, Argentina.

Parámetros microbiológicos	Cantidad de establecimientos ubicados en cada categoría ⁽¹⁾				Kappa	P
	00	01	10	11		
Aerobios mesófilos	11	1	12	26	0,46	0,0001
Coliformes totales	32	3	8	7	0,42	0,002
<i>E. coli</i>	4	6	6	34	0,25	0,07
<i>P. aeruginosa</i>	12	6	9	23	0,37	0,008

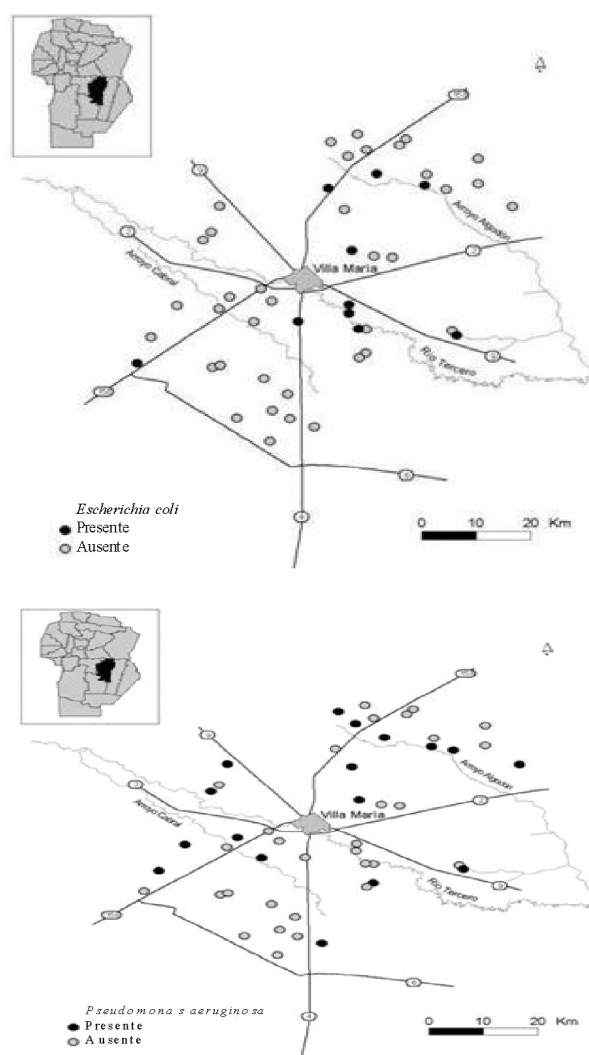
⁽¹⁾Categoría 00: establecimientos con agua de fuente y de salida no aptas; categoría 01: establecimientos con agua de fuente no apta y de salida apta; categoría 10: establecimientos con agua de fuente apta y de salida no apta; categoría 11: establecimientos con agua de fuente y de salida aptas.

Considerando el conjunto de los parámetros microbiológicos evaluados, el 80 % y el 88 % de los tambos disponían de AF y de AL no apta, respectivamente. Estos hallazgos serían concordantes con lo que comunican informes previos, los que describen mayores niveles de contaminación en los tanques de almacenamiento respecto de los determinados en las perforaciones (8).

Al examinar la concordancia entre la aptitud del AF y el AL para cada variable microbiológica investigada, el índice Kappa calculado entre las BAM y los CT fue de magnitud moderada (Tabla 1). Por otro lado, la concordancia entre los resultados del AF y el AL fue baja para *P. aeruginosa*, mientras que no se observó concordancia alguna en cuanto a contaminación por *E. coli* (Tabla 1).

En la Figura 1 se muestra la distribución espacial de establecimientos con calidad bacteriológica deficiente en el AF por la presencia de *P. aeruginosa* y de *E. coli*. Los establecimientos con aguas contaminadas con *P. aeruginosa* presentaron una distribución homogénea en toda la cuenca. En cambio, la contaminación por *E. coli* estuvo más concentrada en la zona norte. Considerando que la cuenca en estudio cuenta con establecimientos con idénticas prácticas ganaderas y de manejo e higiene, no resulta fácil explicar las causas que podrían determinar esta distribución.

Diferentes trabajos realizados en distintas partes del mundo han mostrado que la eliminación de *P. aeruginosa* del agua y de la superficie de los equipos de ordeño no sólo resultó esencial para controlar la contaminación de ubres y equipos, sino que también contribuyó a evitar su presencia en la leche cruda y la posible aparición de brotes de mastitis (6). Por otro lado, en nuestro país se ha informado la potencial implicancia de la contaminación del agua por coliformes en el establecimiento de infecciones mamarias en los rodeos (13). La calidad bacteriológica del agua es un requisito esencial para establecer un buen estándar higiénico-sanitario en el proceso de producción

**Figura 1.** Distribución espacial de los establecimientos lecheros con agua contaminada con *E. coli* y *P. aeruginosa*.

de la leche, de allí la importancia de tomar estrictas medidas encaminadas a impedir el desarrollo de la flora contaminante.

Los resultados de este estudio muestran que un elevado porcentaje de los tambos de la cuenca lechera de Villa María tienen agua de calidad bacteriológica deficiente, no apta para el ordeño y el lavado de las instalaciones. La mayor proporción de muestras de AL que presentaron contaminación puede ser un indicio de la falta de buenas prácticas higiénicas en el sistema de almacenamiento del agua.

En general, los hallazgos muestran una influencia moderada pero significativa de la calidad del AF sobre la contaminación en el AL. Así, se podría inferir que las acciones correctivas con el propósito de mejorar la calidad bacteriológica del agua de los establecimientos lecheros pueden involucrar acciones tanto en la fuente como en el almacenamiento y la vía de distribución del agua.

La ausencia de concordancia respecto de la presencia de *E. coli* en el AF y el AL podría deberse a problemas de contaminación asociados a deficiencias en la construcción y el manejo de las perforaciones o bien a la existencia de fuentes de contaminación cercanas a los pozos (corrales y lagunas), por un lado, y a malas prácticas higiénicas por el otro.

Los establecimientos lecheros con agua contaminada con *E. coli* mostraron una mayor concentración en el espacio, comparados con aquellos contaminados con *P. aeruginosa*.

El presente estudio resalta la importancia de reconsiderar los niveles de contaminación microbiana en el agua empleada en la zona de ordeño en establecimientos pertenecientes a pequeños y medianos productores lecheros. Asimismo, se advierte la necesidad de optimizar las prácticas relacionadas con el suministro de agua a fin de disponer de un agua de mejor calidad para el proceso de producción de leche.

Agradecimientos: nuestro profundo agradecimiento a todos los productores lecheros participantes del estudio por la colaboración brindada. Deseamos también agradecer al Dr. Ing. Américo Degioanni por la elaboración y edición de los mapas temáticos. Esta investigación fue financiada con fondos otorgados por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) y por SECyT - UNRC. S. Dieser y C. Vissio son becarias del FONCyT.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Edition, American Public Health Association, 2005. Washington, D.C. EE.UU.
2. Arcos Pulido M, Ávila de Navia S, Estupiñán Torres S, Gómez Prieto A. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova- Publicación Científica. 2005; vol. 3 N° 4: 69 – 79. ISSN:1794-2470 [Online] <http://www.unicolmayor.edu.co>
3. Cepero O, Castillo J, Salado J, Herrada N, Aguiar J, González R. Valoración de diferentes factores que intervienen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Revista Electrónica Veterinaria REDVET. 2005; VI, N°3: ISSN 1695-7504. [Online] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305.html>.
4. Charlón V, Taverna M, Cuatrin A, Negri L. Características del agua disponible en las instalaciones de ordeño de tambos ubicados en la cuenca lechera central de la Argentina. Revista RAPA: Sistemas de producción, 2001; 2: 228-31.
5. Código Alimentario Argentino. Actualización junio de 2010. Cap. XII: 982-1079. [Online] <http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm> Consultado el 19 de abril de 2011.
6. Erksine R, Unflat J, Eberhart R, Hutchinson L, Hicks C, Spencer S. *Pseudomonas* mastitis: difficulties in detection and elimination from contaminated washwater systems. J Am Vet Med Assoc 1987; 191: 811- 5.
7. Galindo G, Herrero M, Korol S, Fernández A. Water resources in the Salado river drainage basin, Buenos Aires, Argentina. Chemical and microbiological characteristics. Water International (IWRA) 2004; 29: 81-90.
8. Herrero M, Iramain M, Korol S, Buffoni H, Flores M, Fortunato M. Calidad de agua y contaminación en tambos de la cuenca lechera de Abasto Sur, Buenos Aires (Argentina) Revista RAPA 2002; 22: 61-70.
9. Herrero M, Maldonado May V, Sardi G, Flores M, Orlando A, Carbó L. Distribución de la calidad de agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses, 2 - Condiciones de manejo y grado de contaminación. Revista. RAPA 2000; 20: 237-45.
10. Irala-Estévez, Martínez-González. Epidemiología Clínica. Diagnóstico Precoz. En: Irala-Estévez J, Martínez-González MA, Seguí-Gómez M, editores. Epidemiología Aplicada. Editorial Ariel, Barcelona, España, 2004; p. 372-408.
11. Iramain M, Pol M, Korol S, Herrero M, Fortunato M, Bearzi C. *Pseudomonas aeruginosa* en agua y leche cruda: informe preliminar. Veterinaria 2005; 7: 133-7.
12. Lehtonen R, Pahkinen E. Practical Methods for Design and Analysis of Complex Surveys, Statistics in Practice, 2nd ed, John Wiley & Sons, New York, 2004; p. 249.
13. Londinsky A, Lazaneo E. Estudio de la correlación existente entre la contaminación microbiana de la fuente de agua y de la leche. 2002. [Online] <http://www.iica.org.uy/p2-10.htm>
14. Maldonado May V, Herrero M, Sardi G, Flores M, Carbó L, Cyngyser A., Martínez E. Calidad del agua en tambos de la cuenca lechera oeste de Buenos Aires. Rev Vet Argent 1999; XVI: 506-13.
15. Meade M, Emch M. Medical Geography. The Guilford Press, NY, 2010, p 498.