

TRABAJO ORIGINAL

CALIDAD DE AGUA Y CONTAMINACIÓN EN TAMBOS DE LA CUENCA LECHERA DE ABASTO SUR, BUENOS AIRES (ARGENTINA)

*Water quality and contamination in dairy farms in the Basin of Abasto Sur
(Buenos Aires – Argentina)*

**HERRERO¹, M.A., IRAMAIN², M.S., KOROL³, S., BUFFONI⁴, H., FLORES⁵, M.,
POL¹, M., MALDONADO MAY¹, V., SARDI¹, G. Y FORTUNATO³, M.S.**

Facultades de Ciencias Veterinarias y de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Unidad Operativa Salado Norte

RESUMEN

El agua es un elemento clave en la producción lechera. El objetivo fue evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua subterránea utilizada para bebida de animales, consumo humano y para las operaciones de ordeño, determinando su grado de contaminación en 61 tambos localizados en la cuenca lechera de Abasto Sur de la provincia de Buenos Aires. Se analizó su calidad a través de parámetros físico químicos de elementos mayoritarios y de arsénico y de los parámetros microbiológicos establecidos por el Código Alimentario Argentino. En general la calidad de agua es buena para la producción de leche, presentando un incremento notable de los valores de sales totales, dureza, bicarbonatos, cloruros y nitratos hacia la zona sur de la cuenca. Esta tendencia estaría influenciada por la presencia de aguas subterráneas someras y características de suelo. Se presentó una alta incidencia de contaminación microbiológica, tanto en perforaciones (57,62%), como en tanques de abastecimiento (73,58%), que pueden dificultar la obtención de leche de buena calidad. La problemática hidrogeológica regional, relacionada a características de aguas subterráneas susceptibles a la contaminación y la deficiencia en el manejo de perforaciones y tanques, fueron los aspectos centrales vinculados a los problemas de contaminación hallados.

Palabras clave: calidad de agua, agua subterránea, contaminación, producción lechera.

Recibido: 26 de febrero de 2002

Aceptado: 16 de agosto de 2002

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

2. Becaria de investigación programa UBACYT.

3. Docentes de la Cátedra de Higiene y Sanidad – Facultad de Farmacia y Bioquímica – UBA.

4. Ing.Agr. Técnico INTA Unidad Operativa Salado Norte.

5. Docente Área Biometría. Dpto. Salud Pública. Fac.Cs. Veterinarias – UBA.

SUMMARY

Water is a key element for dairy production. The objective was to evaluate the physical, chemical and microbiological quality of groundwater used for drinking purposes for both animals and humans, and for other water uses, like the cleaning of the milking parlor. This evaluation will determine the degree of contamination in 61 dairy farms located in the Abasto Sur dairy Basin of Buenos Aires province. Water was analyzed through physical and chemical parameters such as major elements and arsenic, and the microbiological parameters established by the Argentina Food Codex. In general water is good for dairy production, showing a noticeable increase in salinity, hardness, bicarbonates, chlorides and nitrates values towards the south zone of the basin. This tendency could be influenced by the presence of shallow groundwater and soil characteristics. A high incidence of microbiological contamination was seen, both in the wells (57.62%) as in the supply tanks (73.58%), that may hinder the possibilities to obtain good quality milk. The regional hydro-geological issue, which is related to the characteristics of groundwater that make it susceptible to contamination, and the lack of an adequate well and tank management, were the main aspects found to be involved in the contamination found.

Key words: *water quality, groundwater, contamination, milk production.*

INTRODUCCIÓN

En los establecimientos dedicados a la producción de leche, considerar la importancia del agua se hace indispensable. Su relevancia está relacionada a tres aspectos fundamentales: el agua como factor en la salud y nutrición del animal, el agua como elemento para la higiene de las instalaciones del tambo y el agua como factor en la salud de la población rural involucrada.

Las vacas en lactancia demandan gran cantidad de agua con relación al peso vivo y nivel de producción, dada su participación como principal constituyente de la leche (87%). El consumo promedio en vacas que producen 20 litros de leche/día es de 2 a 4 litro/kg. MS consumida, o bien entre 100 y 120 litro/día, especialmente en verano (Bavera, Rodríguez, Beguet, Rocco y Sanchez, 1979; Herrero, 1996).

Para asegurar la sanidad animal, es fundamental considerar por un lado a los elementos presentes en el agua en su rol de minerales y por otro, prestar especial atención a aquellos que se presentan ante condiciones de contaminación, como son el arsénico y los nitratos.

El exceso de sales puede, afectar la salud en animales no acostumbrados a una determinada calidad, produciendo diarreas temporales afectando la productividad (Herrero, 1996).

El agua subterránea puede presentar alto contenido en nitratos provenientes de contaminación, especialmente si los acuíferos no son profundos. Las causas pueden ser por infiltración de aguas que provengan de terrenos muy fértiles y/o fertilizados, agua de limpieza de los tambos, agua de charcos o lagunas presentes en áreas donde se concentran animales, exceso de fertilizaciones nitrogenadas a cultivos y praderas (Herrero, Sardi, Orlando, Maldonado, Carbo, Flores y Ormazabal, 1997b). Aguas con elevado contenido de nitratos por contaminación, combinado con el exceso de nitrógeno en pasturas o alimentos pueden producir desde abortos hasta muerte de animales (Yeruham, Shlosberg, Hanjii, Bellaiche y Liberboim, 1997).

Otro aspecto es la calidad del agua para el lavado, tanto de la máquina de ordeño como de los utensilios. La dureza y la contaminación microbiológica del agua son factores importantes a considerar para la producción de leche de buena calidad. Las aguas duras disminuyen la eficiencia de limpieza en las ordeñadoras cuando los detergentes no incluyen agentes ablan-

dadores en la proporción adecuada. La contaminación microbiológica puede tener incidencia, tanto en la calidad de la leche como en la permanencia de focos de contaminación en partes de la máquina de ordeño (Pedraza, 1998).

La relevancia que adquiere la calidad del agua es mucho mayor, tanto desde el punto de vista químico como bacteriológico, cuando se considera que las perforaciones son utilizadas para diferentes usos a la vez (por animales y seres humanos). Esta situación ocurre frecuentemente en los tambos donde el personal rural utiliza la misma fuente de agua para consumo domiciliario. (Brunning y Kaneene, 1993; Deeb y Sloan, 1975; Herrero, Sardi, Maldonado May, Cyngiser, Orlando, Carbó y Bontá, 1997a)

El agua puede ser vehículo de transmisión de microorganismos como los agentes causales de hepatitis, fiebre tifoidea, cólera y otras enfermedades. La presencia de coliformes totales y coliformes termorresistentes son indicadores de la calidad y contaminación fecal respectivamente, lo que inhabilitaría el uso humano (de la Canal, 1994).

Esta problemática se ha presentado en áreas cercanas a centros poblados que se abastecen de perforaciones individuales, y a la población rural cuando las perforaciones no se encuentran en buen estado o se localizan próximas a fuentes de contaminación (Gelberg, Church, Cassey y London, 1999; Herrero, Orlando, Ormazábal, Uriarte, Korol y Fortunato, 2000a).

En áreas de producción lechera de la Argentina, la principal fuente de agua para los tambos, es la subterránea. Proviene de perforaciones particulares, donde la calidad del agua presente dependerá del caudal, salinidad, tipo de sal y tóxicos presentes. La información internacional sobre calidad en áreas rurales de poca y dispersa población, y del uso y manejo que hagan de ella, es muy escasa (Krasovsky, 1986), y nuestro país no es una excepción.

Las presiones de las usinas lácteas en lo referente a la calidad de agua en los tambos,

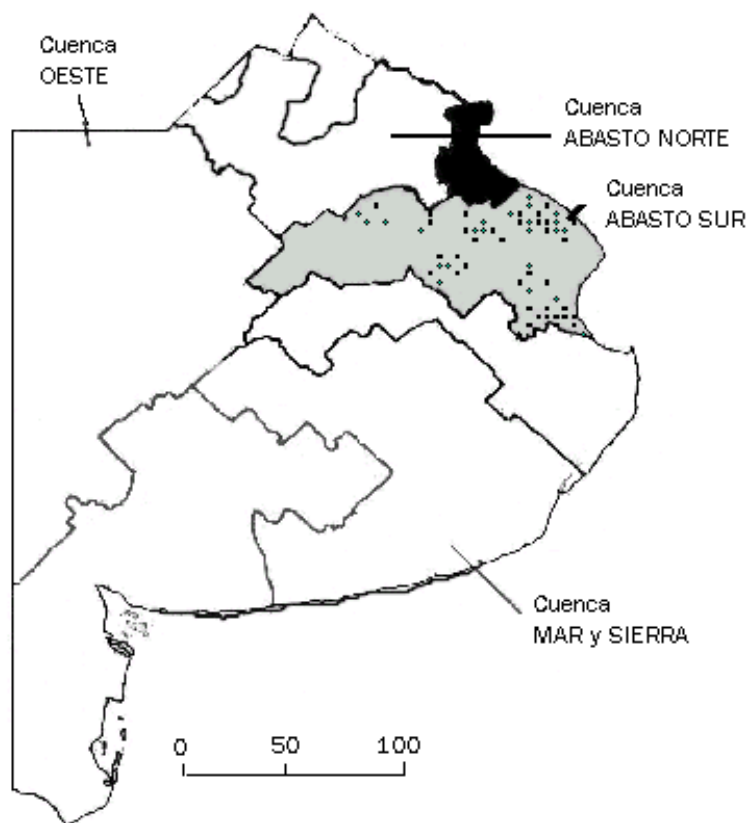
es cada vez mayor. Una de las condiciones requeridas para poder pertenecer a la categoría de tambo exportador para la Unión Europea, es tener agua potable, regulada a partir de las establecidas por el Código Alimentario Argentino (De la Canal, 1994), significando una exigencia más para los productores lecheros (Herrero y Maldonado May, 2000).

La provincia de Buenos Aires presenta particularidades con respecto a la hidrogeología regional, que es compleja. El agua subterránea, se halla a profundidades variables entre 5 y 20 metros. Su calidad es variable, hallándose acuíferos con agua de buena calidad y otros de salinidad elevada (Herrero y otros 1997b). La situación se agrava en aquellos acuíferos que presentan diferente calidad a medida que se profundizan. Esta variabilidad, tanto en lo espacial como en lo temporal, hace a la necesidad de conocer la calidad del agua que es utilizada actualmente por los establecimientos.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua subterránea, utilizada para bebida de animales, consumo humano y para las operaciones de ordeño, determinando su grado de contaminación en tambos localizados en la cuenca lechera de Abasto Sur de la Provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio: La cuenca lechera de Abasto sur es la segunda en importancia en la provincia de Buenos Aires, produciendo el 18% del total de leche. Ocupa 15 partidos y posee aproximadamente 700 tambos (Ministerio de Asuntos Agrarios, 2001), con tendencia decreciente. Las inundaciones son frecuentes en el sector sur de la cuenca, en áreas cercanas al Río Salado. Esta situación origina la disminución de la superficie para pastoreo, un ascenso en las napas freáticas, y su probable contaminación por contacto con pozos negros y lagunas de efluentes. (Mapa 1).



Fuente: Elaboración Dpto. de Lechería SAPyA

MAPA 1: Área que ocupa la cuenca de Abasto Sur y localización de los establecimientos lecheros evaluados.
Map 1: Area of the Abasto Sur dairy basin and distribution of the dairy farms evaluated.

Muestreo y análisis: Se tomaron muestras de 61 tambos representativos de los sistemas de producción predominantes en la cuenca en estudio, distribuidos en los partidos de: Castelli (n= 15); Lezama (n= 5); General Belgrano (n= 8); Navarro (n= 4); Cañuelas (n= 3); Brandsen (n= 8); Magdalena (n= 18). Los establecimientos con ordeño mecánico fueron elegidos al azar. Las muestras fueron extraídas entre marzo del 2000 y julio de 2001.

Para la realización de los análisis físico – químicos se muestrearon las perforaciones ubicadas en las instalaciones de ordeño, correspondiendo a napas de agua ubicadas entre

6 y 30 metros de profundidad. En 59 de ellas se realizaron análisis microbiológicos, muestreando también los 53 tanques de almacenamiento de agua correspondientes a las perforaciones anteriores. La metodología utilizada para toma y análisis de las muestras, fue la correspondiente al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 1998). La calidad físico-química del agua se analizó a través de: pH y sales totales por conductimetría, dureza; alcalinidad, carbonatos y bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio, magnesio, sodio y arsénico. La calidad microbiológica fue determi-

nada según el número de bacterias aerobias mesófilas (UFC/ml), determinación del número de coliformes totales/100 ml, investigación de **Esclerichia coli** y de **Pseudomonas aeruginosa** en 100 ml de muestra y además se determinaron estreptococos fecales/100 ml.

Evaluación de resultados: Todos los elementos fueron evaluados según límites admitidos para agua de bebida en bovinos lecheros (Herrero y Maldonado May, 2000). Se consideró el nivel de dureza según las recomendaciones de uso de detergentes para el lavado del equipo de ordeño. La evaluación de la calidad de agua para consumo humano se realizó según el criterio de potabilidad establecido por el Código Alimentario Argentino (de la Canal, 1994), al igual que la calidad microbiológica para todos los usos del tambo, dado que las industrias lácteas consideran estos parámetros para la certificación de calidad de agua. Se aplicó una encuesta a cada establecimiento para conocer los aspectos relativos al uso del agua.

Los resultados obtenidos se analizaron por estadística descriptiva. Para conocer la relación entre la calidad microbiológica del agua de los pozos y tanques se utilizó la prueba de correlación de Spearman y Pruebas de independencia de Ji cuadrado.

Para conocer las relaciones hidroquímicas de los elementos mayoritarios determinados se recurrió a la prueba de Correlación de Spearman. Además, y para evaluar aquellas características que pueden tener relación con las condiciones edáficas y de profundidad del agua subterránea, los resultados físico-químicos, se agruparon en dos zonas, la zona Norte (Navarro, Cañuelas, Brandsen y Magdalena) y la zona Sur (Castelli, Lezama y General Belgrano), cuyos resultados se analizaron según test de Kolmogorov-Smirnov.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados de la evaluación de las características físico-químicas de las

perforaciones se muestran en el Cuadro 1.

Calidad para bebida de los animales: Los resultados de pH obtenidos en todas las muestras se hallan dentro de los rangos admitidos (6-9) para bebida de animales.

Con respecto a las sales totales, los promedios se encuentran dentro de valores aceptables para la producción de leche. Sin embargo, la calidad del agua para bebida animal presentó limitaciones por sales totales en perforaciones localizadas en el sector sur, cercanos al Río Salado asociadas a suelos salino-sódicos, y donde el 6,98% de las perforaciones superan 3500 mg/litro.

La presencia de cloruros y sulfatos no resulta un problema en la región, no obstante, la distribución en la región es variable existiendo perforaciones con alto contenido de sulfatos en diversos partidos. Estos valores (800 mg/litro) pueden comprometer, en períodos iniciales de consumo, la salud de animales jóvenes y no acostumbrados a estas concentraciones de sulfatos (Digesti y Weeth, 1976).

El contenido de calcio y sodio es aceptable, sin embargo existen perforaciones en el sector sur con elevado contenido de magnesio. Este último elemento podría estar combinado con cloruros o sulfatos, incidiendo en la ocurrencia de diarreas (Bavera y otros, 1979).

Los promedios de nitratos se hallan entre los 36,53 y 49,03 mg/litro. Valores que no presentan riesgo para la salud animal, sin embargo el exceso de nitratos en alguna de las perforaciones, localizadas en la zona sur está representado un riesgo para las guacheras.

Calidad para bebida humana: Según la evaluación realizada con relación a los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino (de la Canal, 1994), los valores promedio de sales totales exceden los límites para humanos (1.000 mg/litro), estando influenciado por los altos valores presentes en la zona sur. La misma situación ocurre con la presencia de cloruros (250 mg/litro) y la dureza (200 mg/litro). Los sulfatos se presentan levemente

CUADRO 1: Estadística descriptiva (promedio, desvío estándar (DS), mediana y rango de valores (mínimo y máximo) de los análisis físico químicos obtenidos, agrupados según zonas Norte y Sur y según total del área.
Table 1: Descriptive statistics (Mean, Standard deviation, Median, Minimum and maximum) of physical and chemical analysis, grouped by zones (north and south) and by the total area sampled.

	Zona Norte (n= 32)			Zona Sur (n= 29)			Todos los partidos		
	Promedio ± DS	Rango Min-max	Mediana	Promedio ± DS	Rango Min-max	Mediana	Promedio ± DS	Rango Min-max	Mediana
pH	7,49 ± 0,31	6,89 - 8,13	7,53 ^a	7,47 ± 0,30	6,96 - 8,07	7,48 ^a	7,48 ± 0,31	6,89 - 8,13	7,50
Sales Totales (mg/litro)	637,95 ± 231,12	340,75- 1.312,25	629,3 ^a	2.182,23 ±2.411,42	711,95 - 13.963,5	1580,5 ^b	1.372,1 ± .829,18	340,7- 13.963,5	862,75
Bicarbonatos (mg/litro)	404,49 ± 90,79	179,34 - 595,36	369,05 ^a	628,45 ± 149,12	292,8 - 1.058,96	600,85 ^b	510,96 ± 165,39	179,3- 1.058,96	492,88
Dureza (mg/litro)	172,99 ±134,06	53,40 - 534	124,6 ^a	480,6 ±468,70	124,6 - 2492	373,8 ^b	319,23 ±368,51	53,4 - 2492	178
Cloruros (mg/litro)	69,74 ± 92,34	5 - 440	48,13 ^a	953,19 ± 1.856,6	5 - 10.000	500 ^b	489,74 ± 1.345,7	5 - 10.000	91
Sulfatos (mg/litro)	231,90 ± 165,24	3,57- 800	200 ^a	269,93 ± 97,81	192 - 459	200 ^a	249,98 ± 137,62	3,57 - 800	200
Nitratos (mg/litro)	36,53 ± 20,93	10 - 88	31,5 ^a	49,03 ± 30,85	5 - 137	40 ^b	42,48 ± 26,65	5 - 137	33
Sodio (mg/litro)	209,12 ± 105,99	29,59- 510,29	210,76 ^a	751,58 ± 989,54	82,3 - 5.615,86	567 ^b	467,01 ± 733,06	29,59- 5.615,86	277,55
Magnesio (mg/litro)	57,65 ± 44,85	12,20 - 250,80	45,66 ^a	103,20 ± 134,03	3,18 - 697,56	62,46 ^a	79,30 ± 99,74	3,18 - 697,56	55,08
Calcio (mg/litro)	19,08 ± 9,26	2,9 - 35	19,45 ^a	28,79	5,1 - 44,4	29,40 ^b	23,7	2,9 - 44,4	23,1
Arsénico (mg/litro)	0,03	0 - 0,1	0,00 ^a	0,06	0 - 0,5	0,05 ^a	0,04	0 - 0,5	0

Zona Norte: Partidos de Brandsen, Cañuelas, Magdalena y Navarro. **Zona Sur:** Partidos de Castelli, Chascomús y General Belgrano. Test de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$). Se indican letras iguales, cuando no existen diferencias significativas entre las zonas y letras diferentes cuando existen diferencias significativas entre zonas, para cada parámetro.

North zone: Counties of Brandsen, Cañuelas, Magdalena y Navarro. **South zone:** Counties of Castelli, Chascomús y General Belgrano. Test of Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$). Same letters are indicated for each parameter, when significant differences don't exist between the zones and different letters when significant differences exists between zones.

excedidos en toda la región (200 mg/litro). La presencia de sales de este tipo, no se considera como de riesgo para la salud y en general, los efectos (diarreas) desaparecen por acostumbraamiento.

Los nitratos, pueden presentar un riesgo para la salud de la población cuando sobrepasan el valor de 45 mg/litro. Se hallaron perforaciones con elevadas concentraciones en la zona sur, presentándose valores máximos preocupantes (137 mg/litro). El porcentaje de muestras que exceden el valor límite es: 37,9% en la

zona sur y 20% en la zona norte. Siendo un 27,8% el porcentaje que supera el límite cuando se toma en cuenta el total de las perforaciones. Esta situación se presenta con valores consistentemente menores a otras regiones de la provincia (Abasto Norte y Cuenca Oeste) en las cuales aparecen zonas donde el 60% de las perforaciones presenta este tipo de contaminación. (Herrero y otros, 1997a; Herrero y otros, 2000a; Herrero, Sardi, Maldonado May, Flores, Orlando y Carbó, 2000b).

El contenido promedio de arsénico es menor al límite (0,05 mg/litro), sin embargo existe un 26% de los pozos que exceden este valor. Estas perforaciones se ubican distribuidas en toda la región estudiada, en forma similar a otras áreas de la provincia (Herrero y otros 2000b).

Calidad para lavado de máquina de ordeño:

Se evidencian diferencias importantes entre zonas, respecto a la cantidad de muestras que superan los valores críticos de dureza para el lavado del equipo de ordeño. En zona norte, el 12,5% de los tambos posee perforaciones que exceden los valores aconsejados, mientras que en la zona sur este valor se eleva al 55%.

Comportamiento hidroquímico: Respecto a las sales mayoritarias determinadas, se halló correlación ($p < 0,05$) entre las sales totales, los bicarbonatos y cloruros, dada la preponderante composición de aguas bicarbonatadas y cloruradas en toda la región. Mientras que no se halló correlación entre sales y sulfatos. Sobre la base de las correlaciones obtenidas, es posible, para las zonas estudiadas, predecir las concentraciones de las sales mayoritarias (bicarbonatos y cloruros) a partir del conocimiento de la concentración de las sales totales.

Según la prueba de Kolmogorov – Smirnov, se observa que la distribución de sales totales, dureza, bicarbonatos, cloruros, calcio y sodio difiere en la zona norte de la zona sur. Los tipos de suelos salino-sódicos característicos de la zona sur estarían asociados a estas diferencias. El contenido de nitratos analizado según el mismo agrupamiento establecido por la calidad de suelos y la profundidad del agua subterránea, difiere en forma significativa ($p < 0,05$) entre la zona norte y la zona sur. La escasa profundidad del agua subterránea y la frecuencia de anegamiento estarían asociadas a la presencia de contaminación.

Calidad microbiológica: Los resultados microbiológicos se resumen en el Cuadro 2. Se

puede observar que los principales problemas se presentan por la presencia de coliformes totales, ya que tanto en los pozos como en los tanques los valores que exceden la normativa nacional para consumo humano (>3 coliformes/100ml) se hallan en el 57,62% de los pozos y en el 73,58% de los tanques. Los bovinos son poco sensibles a la contaminación microbiológica del agua por su condición de rumiantes, sin embargo las bacterias halladas podrían ser un problema en la salud de terneros, especialmente cuando se encuentran en la etapa de pre-rumiantes (guacheras) y cuando se utiliza para la alimentación, sustituto lácteo disuelto con agua de mala calidad. Se destaca que en diferentes países se utiliza el mismo valor límite, para su utilización en tambos para la bebida de animales, que aquel que representa el criterio de potabilidad local para seres humanos (Willers, Karamanlis y Schulte, 1999).

Se puede observar que en todos los casos es mayor la contaminación microbiológica detectada en los tanques de almacenamiento que en las perforaciones correspondientes. Cuando se aplicó la prueba de Correlación de Spearman para conocer la asociación de las variables microbiológicas (UFC, coliformes y estreptococos fecales) en pozo y tanque se observó que no existe asociación entre las mismas ($p > 0,05$). Lo mismo ocurre por la prueba de Ji cuadrado (alfa= 5%) donde **Escherichia coli** y **Pseudomonas aeruginosa**, en tanque y pozo, no están asociadas. Estos resultados muestran la importancia de la limpieza de los tanques en forma periódica, siendo una práctica de fácil realización y de bajo costo para los productores lecheros. Las encuestas realizadas mostraron que un 33% de los productores confirma la limpieza de los tanques con una frecuencia de una vez cada 12 meses. En las reuniones que se realizaron con los productores involucrados se analizó esta problemática, observándose que existen fallas en la técnica que emplean para la limpieza y en la frecuencia en que la realizan, como así también la existencia de tapas rotas y en mal estado.

CUADRO 2: Porcentaje de muestras según los parámetros de aptitud microbiológica analizados
Table 2: Percentage of samples according microbiological aptitude considered.

	Valor admitido como límite ^F		Pozos (n= 59)	Tanques (n=53)
Bacterias aerobias mesófilas (UFC)	< 500/ml	% aptas	88,13%	83%
		% no aptas	11,86%	16,98%
Coliformes	< 3 /100 ml	% aptas	42,37%	26,41%
		% no aptas	57,62%	73,58%
Escherichia coli	Ausencia /100 ml	% aptas	74,57%	71,69%
		% no aptas	25,42%	28,30%
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia/100 ml	% aptas	76,27%	62,26%
		% no aptas	23,72%	37,73%

^F según Código Alimentario Argentino (Argentine National Standards)

Cuando se analizó la contaminación por nitratos y su relación con el contenido microbiológico se pudo observar que, aplicando la prueba de Spearman, los nitratos no se asocian con los recuentos de bacterias aeróbias mesófilas, coliformes y estreptococos ($p > 0,05$). Tampoco se halló asociación entre nitratos y **Pseudomonas aeruginosa** ($\chi^2, p > 0,05$). Si se asocian los Nitratos y **Escherichia coli** ($\chi^2, p < 0,05$), mostrando que parte de la presencia de nitratos en las perforaciones puede deberse a la contaminación de origen fecal. La encuesta realizada mostró que 58% de los tambos tenían varias fuentes de contaminación cercanas a la perforación.

Se evaluó la presencia de estreptococos en 35 pozos y sus correspondientes tanques, hallándose que en el 40% de los pozos y 45% de los tanques se determinaron más de 3/100 ml. No se encontró relación ($p > 0,05$) entre éstos y los coliformes fecales. Si bien los estreptococos fecales han sido utilizados junto a los coliformes fecales para diferenciar contaminación fecal humana y animal, esta postura ha quedado invalidada (American Public Health Association, 1998).

Sin embargo, dada las características de los estreptococos fecales, su determinación contribuye eficazmente a centrar el concepto de contaminación fecal. Entre las razones de mayor peso que inclinan esta consideración se pueden señalar:

a) los estreptococos no se encuentran en aguas puras, suelos y lugares que están exentos de vida humana o animal, por lo que su presencia indica necesariamente contaminación por heces.

b) los estreptococos fecales difícilmente se multiplican en el agua, siendo un muy buen indicador de contaminación fecal por su mayor resistencia a la cloración, concentración salina y su mayor capacidad de sobrevivencia en agua.

Si bien la legislación vigente para agua de bebida en nuestro país no contempla la detección del número de estreptococos fecales su determinación es de suma importancia en áreas rurales donde las aguas subterráneas están expuestas a ser contaminadas por efluentes cloacales y también por los agropecuarios.

Encuestas: En las encuestas realizadas se pudo evaluar que el 55% de los productores desconoce la calidad del agua de los establecimientos y sus efectos en la salud humana y animal. El 45% restante ha realizado análisis de agua en alguna oportunidad, pero solo el 12% recuerda los resultados de los análisis realizados.

El 100% de los productores indicaron en la encuesta que el abastecimiento de agua se realiza por pozos particulares. En el 62% de los casos las perforaciones extraían agua de profundidades entre los 6 y 21 metros, estando

la mayoría ubicados en la zona sur. El 38% restante lo hace de mayores profundidades pero nunca superando los 45 metros, siendo en estos casos perforaciones que demandan un mayor caudal para ser utilizadas en grandes instalaciones de ordeño. En todos los casos correspondieron al acuífero Pampeano. La encuesta reveló que un 48% de las perforaciones tienen entre 12 y 30 años, hallándose deficiencias en su construcción y mantenimiento, favoreciendo la contaminación del agua subterránea. Otro aspecto a considerar es que en el 100% de los casos, los pozos eran utilizados para varios usos a la vez, considerándose aquí el consumo humano.

CONCLUSIONES

En general la calidad de agua es buena para la producción de leche, presentando un incremento notable de los valores de sales totales, dureza, bicarbonatos, cloruros y nitratos hacia la zona sur de la cuenca. Dado el elevado porcentaje de utilización de las perforaciones para varios usos es fundamental tener en cuenta los valores de contaminación encontrados para considerar la realización de actividades de extensión con los productores lecheros, sobre el manejo del agua en los tambos.

La problemática hidrogeológica regional, relacionada a las características de aguas subterráneas susceptibles a la contaminación y la deficiencia en el manejo de perforaciones y tanques, fueron los aspectos centrales vinculados a los problemas de contaminación hallados.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pudo realizarse gracias a la financiación del Programa UBACYT-Programación 1998 – 2000, Proyecto IX14. Se agradece a la Srta. Lorna Carbó la realización de los análisis físico-químicos.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1998. Standard Methods for Water and Wastewater. 20E Ed. Washington DC, USA, pp 850.
- BAVERA, L., RODRIGUEZ, E., BEGUET, H., BOCCO, O. y SANCHEZ, J. 1979. Aguas y Aguadas, Bs. As., Hemisferio Sur, pp 284.
- BRUNING-FANN, C. y KANEENE, J. 1993. The effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds on human health, a review. *Vet. Human Toxicology* 35(6): 521-538, December.
- DEEB, B. y SLOAN, K. 1975. Nitrates, Nitrites and Health. Univ. of Illinois, USA- Bulletin 750. pp 52.
- DE LA CANAL, J.J. 1994. Código Alimentario Argentino. Tomo I, Capítulo XII, Art.982, Ed. De la Canal y Asoc, Bs.As., Argentina, pp 331.
- DIGESTI, R. y WEETH, H.J. 1976. A defensible maximum for inorganic sulfate drinking water of cattle. *J. Anim. Sci.*, 42(6): 1498-1502.
- GELBERG, K., CHURCH, L., CASSEY, G. y LONDON, M. 1999. Nitrate levels in drinking water in rural New York State-Environmental Research section-Academic press Section A,80; 34-40.
- HERRERO, M.A. 1996. Aguas para consumo animal. Cap.5 en *Agrozonomía I*- Ed. Agrovvet, Buenos Aires: 53-81.
- , SARDI, G.M., MALDONADO MAY, V., CYNGISER, A., ORLANDO, A.A., CARBÓ, L. y BONTÁ, M. 1997a. El recurso agua para la producción de leche en la cuenca oeste de la provincia de Buenos Aires. 1º Congreso Binacional de Producción Animal: 21º Congreso Argentino - 2º Congreso Uruguayo (Paysandú, Uruguay) pp 314-315.
- , SARDI, G.M., ORLANDO, A.A., MALDONADO MAY, V., CARBÓ, L., FLORES, M. y ORMAZABAL, J.J. 1997b. Protagonistas del Desarrollo Sustentable: El Agua en el Sector Agropecuario, caracterización de la Pradera Pampeana. Agua: Uso y manejo sustentable. Ed. Eudeba. ISBN 950-23-0646-5. Bs. As.: 53-80.
- y MALDONADO MAY, V. 2000. Calidad de Agua Subterránea. *Industria y Química, Revista*

- de la Asociación Química Argentina N° 339: 18-23.
- , ORLANDO, A., ORMAZÁBAL, J.J., URIARTE, E., KOROL, S. y FORTUNATO, M.S. 2000a. Evaluación y distribución de la calidad de agua subterránea para fines rurales en el partido de Exaltación de la Cruz, Bs.As.. Revista de Medicina veterinaria, Vol. 81, NE 5: 355-359.
- , SARDI, G., MALDONADO MAY, V., FLORES, M., ORLANDO, A. y CARBÓ, L. 2000b. Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses, calidad físico química y condiciones de utilización del agua. Rev. Arg. Prod. Anim. 20(3-4): 229-237.
- KRASOVSKY, G. 1986. Distinctive management patterns for rural water supplies Hygienic criteria of drinking water quality. Center of International projects - GKNT - Moscow: 122-131.
- MINISTERIO DE ASUNTOS AGRARIOS, PROV. DE BUENOS AIRES. 2001. Relevamiento del número de Establecimientos Productores de Leche Bonaerenses. <http://www.maa.gba.gov.ar/datos/generalesdeproduccion.html>.
- PEDRAZA, C. 1998. Calidad de agua en Chile para uso en lechería. Memorias del Seminario Internacional Calidad de Agua en predios lecheros y su impacto en la cadena agroindustrial-FEPALE - INIA- Univ. República pp12.
- WILLER, H.C., KARAMANLIS, X. y SCHULTE, D. 1999. Potential of closed water systems on dairy farms. Wat. Sci.Tech. Vol. 39, 5: 113-119.
- YERUHAM, I., SHLOSBERG, A., HANJII,V., BELLAI-CHE, M. y LIBERBOIM, M. 1997. Nitrate toxicosis in beef and dairy cattle herds due to contamination of drinking water and whey. Vet. Human Toxicology 39(5): 296-298.