

DISTRIBUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS BONAERENSES. 2. CONDICIONES DE MANEJO Y GRADO DE CONTAMINACIÓN

Herrero*, M.A., Maldonado May, V., Sardi, G., Flores, M., Orlando, A. y Carbó, L.. 2000.
Rev.Arg.Prod.Anim. 20(3-4):237-245.

*Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Agua de bebida](#)

RESUMEN

Uno de los contaminantes asociado a procesos de intensificación de los sistemas agropecuarios son los nitratos. El objetivo del trabajo fue: conocer el contenido de nitratos presente; establecer su aptitud para el consumo animal y humano; clasificar las fuentes de agua subterránea según su uso en áreas rurales; y los factores de riesgo de contaminación involucrados. Se realizó un primer muestreo donde se evaluaron 1085 pozos en 63 partidos de la provincia de Buenos Aires, que se usaban como abastecimiento para la población rural dispersa y para las actividades agropecuarias predominantes. A partir de los resultados obtenidos, la zona correspondiente al sector noreste, fue seleccionada como área crítica, realizándose un segundo muestreo de 52 pozos. Los propietarios respondieron un cuestionario para relacionar los diferentes aspectos de manejo del agua con el riesgo de contaminación. Se detectó un elevado porcentaje de muestras que se utilizan para usos múltiples, ubicadas en áreas de mayor subdivisión de la tierra. Se encontraron nitratos en niveles detectables en un 92,85 % de los pozos, de las cuales no son aptas para consumo humano entre un 30 y 70 % según zonas. Se observó contaminación bacteriológica en guarismos semejantes. Los valores de nitratos detectados en agua de consumo para animales, que pueden ocasionar problemas crónicos, se hallaron entre el 1,8 a 66,7 % de los pozos analizados y los que pueden ocasionar metahemoglobinemia llegan hasta el 11,1 %, variando según zonas. Se evaluaron los factores de riesgo, donde las fuentes de contaminación fueron pozos sépticos, corrales de animales, lotes agrícolas fertilizados y huertas. Dadas las condiciones particulares en cada región, se recomienda hallar el origen de contaminación en cada zona, permitiendo realizar un correcto manejo de efluentes y una adecuada prevención debido a su importancia en la salud animal y humana.

Palabras clave: calidad de agua, sistemas de producción, nitratos, contaminación.

INTRODUCCIÓN

La Región Pampeana aumentó su superficie sembrada y los rindes de los cultivos, triplicando la producción de granos en los últimos 30 años (Barsky, 1991), participando con el 95 % de la producción lechera, 70 % de carne y 90 % de cereales y oleaginosas del país (INDEC, 1991; SAGPyA, 1996).

La incorporación de tecnología en la agricultura, con el uso creciente de agroquímicos, sumado a un deficiente manejo de efluentes en las producciones intensivas ganaderas, implica un riesgo de contaminación de los acuíferos someros. Esta contaminación puede deberse a la infiltración de aguas que provengan de terrenos muy fértiles y/o fertilizados, agua de limpieza de los tambos, de charcos o lagunas presentes en áreas donde se concentran animales (Flipot y Quellet, 1988; Madec, 1997).

La contaminación del agua tiene incidencia en la eficiencia de los sistemas de producción y en la salud de la población residente. Uno de los contaminantes que se halla frecuentemente asociado a procesos de intensificación de los sistemas agropecuarios son los nitratos (Deeb y Sloan, 1972; Gelberg, Church, Casey, London, Sue Roerig, Boyd y Hill, 1999).

Existen publicaciones en nuestro país que muestran mayores niveles de contaminación, expresados como contenidos de nitratos en el agua subterránea del sector agropecuario, siendo mayor la contaminación en el sector ganadero que en el sector agrícola, especialmente cuando los acuíferos son poco profundos (Herrero, Sardi, Orlando, Maldonado May, Carbó, Flores y Ormazabal, 1997a). Numerosos trabajos resaltan esta contaminación en relación a los aportes de nitrógeno provenientes del manejo de los efluentes derivados de las actividades ganaderas (Auge, 1996).

La información nacional e internacional sobre la calidad del agua subterránea y del uso y manejo en áreas rurales de poca y dispersa población es escasa (Krasovskiy, 1986; Auge, 1996). En la Pradera Pampeana, el agua

subterránea es de buena calidad, bicarbonatada sódica, y ubicada a escasa profundidad, lo cual aumenta la posibilidad de ser contaminada por actividades industriales, agrícolas y domésticas (Herrero, Sardi, Oriando, Maldonado May, Carbó y Bontá, 1997b). Esta contaminación afecta la salud animal, produciendo desde un cuadro agudo por metahemoglobinemia, hasta un cuadro crónico presentando abortos y alteraciones reproductivas (Deeb y Sloan, 1972), perjudicando también, la salud de la población rural que se abastece de esta fuente de agua.

En las áreas rurales las fuentes de agua subterránea se utilizan para usos múltiples simultáneamente en una proporción elevada. No es frecuente la realización de controles periódicos de la calidad de estas fuentes ni de su nivel de contaminación (Herrero y otros, 1997b).

Dada la importancia de la calidad del agua en áreas productivas de la mitad Norte de la Provincia de Buenos Aires, se definieron los objetivos del trabajo que fueron:

1. Conocer los niveles de nitratos presentes, estableciendo la aptitud para consumo animal y humano;
2. Clasificar las fuentes de agua subterránea según su uso en áreas rurales; y
3. Determinar los posibles factores de riesgo involucrados en los procesos de contaminación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio:

Representa aproximadamente el 52 % de la Provincia de Buenos Aires, ubicándose al norte del paralelo 36° latitud sur. Los partidos involucrados se agruparon para su análisis según el Censo Agropecuario INDEC de 1988, en: Zona 1 (Noreste), Zona 2 (Centro-este), Zona 3 (Centro) y Zona 4 (Oeste) contemplando todas las actividades ganaderas presentes y las similitudes edafoclimáticas (Parte I - Mapa I).

Mapa 1: Áreas de evaluación de factores de riesgo de contaminación.



Muestreo:

Fue diseñado incluyendo establecimientos de distintas superficies, representando el 10 % de la superficie de cada zona. Se tomaron 1085 muestras de bocas de extracción (molinos o bombas), elegidas al azar y estratificadas según superficie durante el período 1996 a 1998.

En todos los casos las muestras fueron duplicadas y analizadas por laboratorios universitarios, realizando determinaciones de temperatura, pH y conductividad con instrumental in situ y el análisis de presencia de nitratos y nitritos, con reflectometría de campo y en laboratorio (American Public Health Association, 1992).

Todos los resultados fueron analizados con métodos estadísticos descriptivos y según su aptitud. Los valores admitidos para consumo de animales considerados fueron: 46 a 250 mg/l, produciendo probables trastornos en guacheras, especialmente cuando no existe un adecuado balance de nutrientes; 250 a 499 mg/l pudiendo ocasionar riesgos durante largos períodos de consumo, provocando mayor número de servicios por preñez; y desde 500 mg/l donde no se recomienda su utilización por problemas de intoxicación aguda (metahemoglobinemia) (Herrero, 1996). En relación al elevado porcentaje de población rural residente en el área en estudio que se abastece de pozos individuales para su consumo, fueron considerados los niveles de nitratos según su aptitud para consumo humano (hasta 45 mg/l) (De la Canal, 1993).

Se realizó una encuesta a los productores para clasificar a cada muestra según su uso compartido entre humanos y animales diferenciando tres categorías:

- a) Uso compartido permanente (P), a las fuentes de agua pertenecientes a casas de familia, criaderos intensivos de aves y cerdos y explotaciones hortícolas;
- b) Uso eventual (E), pertenecientes a salas de ordeño, mangas, corrales y criaderos semi-extensivos; y
- c) Uso excepcional (Ex) a aquellas muestras provenientes de molinos ubicados en potreros, considerando su uso durante momentos de labranza, aplicación de agroquímicos, siembra y cosecha. (Herrero y otros, 1997b)

A partir del análisis de estos resultados, el sector noreste de la provincia de Buenos Aires (Zona I), fue seleccionado como área crítica experimental por la presencia de diferentes sistemas productivos, por la utilización frecuente de pozos someros y además entre el 40 y 50 % de la población localizada en ese sector no se abastece con agua de red, representando un modelo aplicable al resto de la región (INDEC, 1988).

En esta segunda etapa, la división de los sectores en estudio, se definió a partir de un área de producción agrícola y de bovinos de carne (Pampa Ondulada - PON) y otra de producción lechera (Cuenca de Abasto Norte CAN).

Se realizó un muestreo de aguas subterráneas entre abril de 1999 y septiembre de 1999. Las 52 muestras fueron extraídas de perforaciones con bombas manuales o molinos, localizadas geográficamente según GPS y analizadas igual que en la etapa anterior.

Se incorporó el análisis microbiológico de las muestras, determinando microorganismos indicadores, patógenos y oportunistas, por métodos analíticos de referencia (American Public Health Association, 1992). Para la evaluación de la aptitud de las muestras según este último aspecto, se consideraron los límites para humanos establecidos por el art. 982 del Código Alimentario Argentino (De la Canal, 1993).

Encuesta realizada a los productores:

Para evaluar aquellos factores y características propias de la región (sistemas de producción animal, manejo del agua, etc.), se confeccionó un cuestionario para ser respondido por los productores, usuarios del recurso. Se consideró construcción, edad, estado, características generales del pozo, origen de las fuentes de contaminación cercanas y la distancia promedio a las perforaciones.

Los factores considerados en el cuestionario fueron ordenados según el grado de riesgo de contaminación y se les asignó puntajes como proporciones igualmente espaciadas entre 0 y 1 .

Los nitratos fueron agrupados en dos categorías, nivel aceptable (hasta 45 mg/l) y no aceptable (mayor a 45 mg/l) para consumo humano. Se calcularon los totales y puntajes de cada respuesta y se realizó un análisis de correlación de Spearman entre ellos y las categorías de nitratos (Herrero, Maldonado May, Flores, Cirlando, Sardi, Carbó, Pol y Mazzini, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Contenido de nitratos:

Los valores obtenidos, en cuanto al contenido de nitratos en el agua subterránea de toda la región, se presentan en el Cuadro 1 - Etapa 1. Los valores promedio superan los 45 mg/l en las zonas 1, 3 y 4. El porcentaje de muestras que exceden este valor son: Zona 1: 49,1 %; Zona 2: 24,3 %, Zona 3: 46,5 % y Zona 4: 75 %.

En la zona 1, la gran subdivisión de la tierra es causa de que exista una sola perforación que se utiliza para todos los usos en los establecimientos. La mayoría coincide con criaderos de poca superficie y huertas y las posibles fuentes de contaminación del agua se hallan cercanas a los pozos.

Las Zonas 3 y 4 presentaron los tenores mas elevados de nitratos, siendo una de las causas posibles observadas, la textura mas arenosa de los suelos con mejor infiltración que facilita el transporte de nitratos al acuífero. Otro aspecto relacionado se refiere a detalles de construcción de las perforaciones y/o a las fuentes de contaminación cercanas a los mismos, que pueden favorecer la presencia de altos contenidos de nitratos en el agua subterránea.

2) Utilización del agua en el área de estudio:

La población rural se distribuye, en general, con una baja densidad y con una distribución variable debido al tamaño de las explotaciones. Con excepción de los núcleos urbanos que proveen un servicio de agua de red, el 100 % de la población rural se abastece en forma individual, considerando no sólo los pozos de agua sino la eliminación de efluentes cloacales. Las encuestas permitieron evaluar que existe un gran desconocimiento de la calidad y grado de contaminación del agua que cotidianamente es utilizada en el medio, ya sea por falta de los análisis correspondientes o por un monitoreo posterior.

Las muestras se asignaron distribuyéndose según usos y aptitud (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Utilización del agua subterránea en áreas rurales

	% Permanente	% Eventual	% Excepcional
Zona 1 (n = 341)			
% según uso	53,7	13,8	32,5
< 45 mg/L	47,7	47,8	54,1
46 - 249 mg/L	48,9	39,1	43,1
250 - 499 mg/L	3,4	10,9	1,8
> 500 mg/L	0,0	2,2	1,0
Zona 2 (n = 260)			
% según uso	36,1	3,8	60,0
< 45 mg/L	66,7	69,2	81,6
46 - 249 mg/L	22,6	15,4	14,5
250 - 499 mg/L	9,7	7,7	3,9
> 500 mg/L	1,0	7,7	0,0
Zona 3 (n = 118)			
% según uso	32,2	15,2	52,6
< 45 mg/L	60,5	61,1	46,8
46 - 249 mg/L	21,0	22,2	43,5
250 - 499 mg/L	15,8	16,7	6,4
> 500 mg/L	2,7	0,0	3,3
Zona 4 (n = 366)			
% según uso	17,5	3,5	79,0
< 45 mg/L	31,7	11,1	22,5
46 - 249 mg/L	56,7	66,7	52,5
250 - 499 mg/L	10,0	11,1	18,2
> 500 mg/L	1,6	11,1	6,8

En la Zona 1 se encontró el mayor porcentaje de los pozos compartidos en forma permanente (53,7 %). Esta característica está relacionada a establecimientos de poca superficie y sistemas de producción intensivos en donde una perforación es utilizada para todos los usos.

En la Zona 4 se halla el menor porcentaje (17,5 %) asociado a las características propias de los sistemas de producción y a las mayores extensiones de los establecimientos agropecuarios. Las Zonas 2 y 3 presentan una situación intermedia. Si se asocian estos resultados a los obtenidos en cuanto a la aptitud del agua para uso humano (< 45 mg/l de nitratos) las zonas que presentaron los mejores valores fueron las 2 y 3 (66,7 y 60,5 % respectivamente) y las peores las 1 y 4 (47,7 y 56,7 % respectivamente).

En el caso de las muestras de uso eventual, se destacan las Zonas 1 y 3, en donde la mayoría son pozos pertenecientes a criaderos y tambos.

La combinación entre muestras de uso compartido P y el porcentaje de muestras no aptas permitió elegir a la Zona 1 como área para evaluar los factores de contaminación (Mapa 1)

Con respecto a la aptitud para uso animal los mayores porcentajes de muestras rechazadas (>500 mg/l) correspondieron a las Zonas 2 (uso E = 7,7 %), en la cual un 90 % de estas muestras correspondieron a pozos cercanos a áreas de ordeño y corrales de animales, y en Zona 4 (E= 11,1 % y Ex = 6,8 %). En esta última zona los valores elevados se relacionaron a pozos ubicados en tambos, molinos de potreros con alta fertilización nitrogenada y aguadas con elevada concentración de hacienda. En la Zona 1, el 2,5 % de las muestras no aptas correspondieron a criaderos.

Con respecto a los valores hallados que afectan la producción y generalmente se presentan en forma subclínica, se puede observar que la situación es variable en todas las zonas, hallándose valores de muestras no aptas entre 4,8 y 66,7 %. Esta variabilidad establece la necesidad de considerar los límites de nitratos en el agua, especialmente cuando el agua será consumida por animales jóvenes (por ej. en guacheras) o con problemas de balance de nutrientes en la ración.

3) Factores de riesgo de contaminación:

En la segunda etapa se tomaron 52 muestras correspondientes a la Zona 1. Los resultados en cuanto al contenido de nitratos pueden apreciarse en el Cuadro 1 - Etapa 2.

Cuadro 1.- Contenido de nitratos según zonas y etapas del muestreo

Zonas	Promedio	DS	Mínimo	Máximo
Etapa 1				
Zona 1 (n = 341)	51,81	63,18	0,7	500
Zona 2 (n = 260)	37,81	74,63	0	500
Zona 3 (n = 118)	74,15	112,58	0,3	750
Zona 4 (n = 366)	140,15	136,56	5,4	800
Total (n = 1085)	80,57	110,44	0	800
Etapa 2				
PON (n = 34)	30,12	24,51	0	123
CAN (n = 18)	45,16	16,26	16	77
Total (n = 52)	39,07	21,80	0	123

Se destaca la presencia de nitratos en niveles detectables (> 1 mg/l) en un 92,85 % de los pozos, siendo estos valores similares a los hallados en otras zonas del país (Herrero y otros, 1997) y a otras ubicadas en diferentes países (Madec, 1997; Gelberg y otros, 1999).

Los valores detectados en el área CAN, se relacionan a un sector con gran subdivisión de la tierra, sistemas de producción intensivos con fuentes de contaminación cercanas entre ellas y con respecto a los pozos analizados.

En el área PON los valores mas elevados aparecen como consecuencia de contaminaciones de tipo puntual y generalmente asociadas a la cercanía de pozos negros y volcado de efluentes de corrales de animales.

Cuando se evalúa el origen de las muestras, se observó que las de mayor contenido de nitratos provenían de casas, en las cuales el pozo séptico estaba cerca de la perforación, en pozos viejos o con filtraciones y roturas en su boca, y en aquellos cercanos a instalaciones animales. En el caso de muestras provenientes de las escuelas se observó menores tenores de contaminación debido al control bimestral que se realiza, y de las desinfecciones de éstos y de los tanques de reserva.

Los análisis microbiológicos indicaron presencia de coliformes totales en un 65 % de las muestras, y además presentaban coliformes fecales un 30 % de las mismas, coincidiendo con pozos cercanos a pozos sépticos provenientes de casas, granjas y corrales. Los aislamientos se presentaron en todas las muestras que superaban los 45 mg/l de nitratos.

En el Cuadro 3 se presentan todos los factores que pueden favorecer la contaminación del agua subterránea y el porcentaje de casos hallados para cada factor.

Cuadro 3: Resultados de los cuestionarios.

FACTOR	CARACTERISTICA	% de CASOS
Edad	Pozo + de 25 años	28,9
Tipo de construcción	Pozos sin encamisar	30,4
Profundidad del pozo	< a 7 m	8,7
Suelo	Alta a media permeabilidad	18,84
Profundidad del agua	< a 6 m	40,5
Cantidad de fuentes de contaminación	+ de 3	33,3 (a)
Ubicación de las fuentes	Colina arriba del pozo	13,4 (a)
Distancia de la fuente con respecto al pozo de agua	A menos de 15 m	49,27 (a)
Correlación de Spearman $p < 0,05$.		
(a) Spearman correlation $p < 0,05$.		

A través del Test de correlación de Spearman se encontró correlación entre la concentración de nitratos mayor a 45 mg/l con la cantidad, ubicación y distancia de las fuentes de contaminación respecto al pozo de agua ($p < 0,05$).

En los sistemas de producción extensivos los puntos de concentración de efluentes son inadvertidos como fuentes de contaminación, son ejemplos: los sectores de aguadas, las instalaciones de ordeño y lotes fertilizados con nitrógeno.

CONCLUSIONES

Se deberán tener las siguientes consideraciones:

Se observaron altos valores de contaminación en un elevado porcentaje de muestras, determinando la falta de aptitud tanto para uso animal como humano en numerosos pozos, especialmente en áreas con mayor subdivisión de la tierra.

Se destacan los altos contenidos de nitratos hallados en el agua subterránea de la región, cuyo principal uso es el ganadero. En estos casos es necesario controlar aquellas fuentes de agua que serán utilizadas para el consumo

de animales jóvenes, principalmente en guacheras, como así el balance energético en los animales con alta exigencia productiva.

En la evaluación de los factores de riesgo se observó la presencia de diversas causas (pozos sépticos, corrales de animales y lotes fertilizados) incidiendo en forma diferente en cada caso particular. En estos casos será fundamental considerar el número y características de las fuentes de contaminación, especialmente cuando se realiza un uso compartido de las fuentes de agua entre humanos y animales.

Dado que el agua es componente de un sistema complejo, y su uso y manejo condicionará su sustentabilidad, se recomienda realizar un control periódico de las perforaciones cuyas muestras arrojaron valores de nitratos que exceden el límite de admisión, considerar a los factores de contaminación por actividades ganaderas, como herramientas de la planificación e implementar programas para la educación en los distintos niveles de la comunidad rural, que permitan transmitir la importancia del agua para la producción animal y la relación entre calidad, uso y manejo del recurso.

Este estudio pretende ser un punto de partida para la interpretación del rol que cumple el agua y avanzar sobre el conocimiento del impacto que tiene dicho recurso en los sistemas de producción animal en la región pampeana.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pudo realizarse gracias a la financiación del Programa UBACYT - Programación 1998 - 2000, Proyecto TV20.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1992. Standard Methods For Water And Wastewater (18a Edition), Washington, DC. USA.
- AUGE, M. 1996. "Sobreexplotación y contaminación de acuíferos Conferencia Congreso Internacional de Aguas" de la AUGM, Editorial EUDEBA, Bs.As., Argentina, pág. 12.
- BARSKY, O. (Editor) - INDEC - INTA - IICA. 1991. El desarrollo agropecuario pampeano, Grupo Editor Latinoamericano, ISBN 950694-145-9, pág. 799.
- DEEB, B. y SLOAN, K. 1972. Nitrates, Nitrites and Health, Univ. of Illinois, USA, Bull, 750, p. 52.
- DE LA CANAL, 3. 3. 1993. Código Alimentario Argentino, Tomo I, Capítulo XII, Art.982, Ed. De la Canal y Asoc, Bs. As., Argentina, pág. 331.
- FLIPOT, P. y OUELLET, G. 1988. Mineral and Nitrate content of swine drinking-water in four Quebec regions, Can. J. Ani. Sci., 68: 997-1000.
- GELBERG, K., CHURCH, I., CASEY, G., LONDON, M., SUE ROERIG, D., BOYD, J. y HILL, M. 1999. Nitrate levels in drinking water in rural New York State, Environmental research Section A, 80, 34-40.
- HERRERO, M. A. 1996. Aguas para Consumo Animal, Cap. 5, Agrozocinomia I, AGROVET, Buenos Aires, pp 53-87.
- SARDI, G.M.I., ORLANDO, A.A., MALDONADO MAY, V., CARBÓ, L., FLORES, M. y ORMAZABAL J., 1997a. Protagonista! de; Desarrollo Sustentable: El Agua en el Sector Agropecuario, caracterización de la Pradera Pampeana, Bs. As, Argentina, EUDEBA, ISBN 950-23-0646-5, pp 53-81.
- SARDI, G., ORLANDO, A., MALDONADO MAY, V., CARBÓ, L. y BONTÁ, M. 1997b. Utilización de Aguas Subterráneas en Áreas rurales de la Pradera Pampeana y su contenido de nitratos. Congreso Internacional sobre Aguas, AUGM, Workshop de Química Ambiental y Salud, 4 al 8 de agosto de 1997, Bs. As., Argentina.
- MALDONADO MAY, V., FLORES, M., ORLANDO, A., SARDI, G., CARBÓ, L., POL, M. y MAZZINI, M. 2000. Riesgos de contaminación del agua subterránea en sistemas de producción pampeanos. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Marzo del 2000, Montevideo, Uruguay.
- INDEC. 1988. Censo Nacional Agropecuario, Prov. de Buenos Aires, Secretaría de Agricultura.
- INDEC - IICA - SAGyP. 1991. El desarrollo agropecuario Pampeano, Grupo Ed. latino, pág. 799. Ganadería y Pesca - Inst. Nacional de Estadística y Censos, Rep. Arg. pp 54.
- KRASOVSKY, G. 1986. Distinctive management patterns for rural water supplies, Hygienic criteria of drinking water quality, Center of International projects, GKNT, Moscow, pp. 122-131.
- MADEC, F. 1997. Abreusement des truies en élevage confiné intensif observations épidémiologiques. Le point Veterinaire, 19 (109): 611617.
- SAPyA, 1996. Principales Cuencas Lecheras Argentinas. Subsecretaría de alimentos. Dpto. de Lechería.

[Volver a: Agua de bebida](#)