

DISTRIBUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS BONAERENSES. 1. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y UTILIZACIÓN DEL AGUA

Herrero, M.A., Maldonado May, V., Sardi, G., Flores, M., Orlando, A. y Carbó, L.*. 2000.
Rev. Arg. Prod. Animal, 20(3-4):229-236.

*Docentes Área Agrícola, Dpto. Prod. Animal, Fac. de Ciencias Veterinarias, Universidad de Bs. As.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Aguas de bebida](#)

RESUMEN

Se evaluó la calidad y utilización del agua en establecimientos agropecuarios de la pradera pampeana. Las 1085 muestras fueron tomadas de perforaciones en establecimientos agropecuarios, ubicados al norte del paralelo 36° Lat. Sur, en 63 partidos. Se analizó su calidad, a través de parámetros físico-químicos: pH, sales totales (ST), dureza (D), cloruros (Cl), sulfatos (S), nitratos (N) y arsénico (As) que fueron evaluados según límites definidos para la producción animal. Los resultados fueron analizados utilizando estadística descriptiva y análisis de correlación de Spearman. En todos los casos, excepto S, los valores promedio hallados no superan los límites admitidos. Los S se comportan superando estos límites en todas las zonas, Fue hallado un porcentaje variable de muestras no aptas para todos los casos. La tendencia general para ST, Cl, D y S es el incremento en la concentración, en dirección este a oeste en la región. La ocurrencia de elevados valores de nitratos obedece a causas puntuales y relacionadas a diferentes aspectos de la construcción de pozos, del manejo de efluentes, de la ubicación de fuentes de contaminación y de las características locales de los suelos. Se concluye que la calidad del agua es aceptable para la bebida de animales poniendo especial atención en aquellas zonas con exceso de elementos que puedan afectar la salud y producción en animales jóvenes, no acostumbrados y lecheros. El uso del recurso en la región está mas condicionado a la calidad que a la cantidad. Se discute la distribución de la calidad de agua y su significado para la producción animal.

Palabras clave: calidad de agua, producción animal, usos del agua, pradera Pampeana.

INTRODUCCIÓN

El agua tiene una estrecha relación con los sistemas de producción, es necesaria tanto para la producción como salud animal.

Para realizar un correcto manejo de este recurso en los ambientes rurales, se debe conocer los factores que determinan su cantidad y calidad como son: el caudal disponible, la salinidad total, el tipo de sal y los elementos tóxicos presentes. La presencia de estos factores depende, a su vez, de otros como ser: el tipo de suelos y la percolación de las sales presentes en los mismos, la contaminación de las napas por aguas de limpieza en los tambos y/o en producciones intensivas, la utilización de fertilizantes y pesticidas (Herrero, Sardi, Orlando, Maldonado May, Carbó, Flores y Ormazábal, 1997).

Se deberá considerar también, un abastecimiento de agua en cantidad y calidad suficientes para el consumo animal, Los requerimientos dependen de condiciones ambientales, sistemas de producción y especie animal, existiendo factores ambientales y de la calidad del agua que condicionan el consumo de agua y el nivel de tolerancia a las distintas sales por un determinado animal (Bonel y Ayub, 1985; Bavera, Rodríguez, Beguet, Bocco y Sánchez, 1979).

Cuando se produce una reducción en un 10 % del contenido de agua del organismo comienzan los disturbios afectando la productividad de leche y de carne (Jarsun, 1987). Estas restricciones pueden ocurrir por rechazo del animal a la fuente de agua debido a una inadecuada calidad de la misma.

La provisión de elementos minerales para la nutrición animal es sumamente importante y el agua puede aportar, en el caso de los bovinos hasta el 20 % del calcio, el 11 % del magnesio, el 35 % del sodio y el 28 % del azufre según datos de National Academy of Science (1974); hallándose valores mayores en la Argentina en los cuales el aporte es de, aproximadamente, el 31 % del calcio, el 38 % del magnesio y el 98 % del sodio (Jarsun, 1987). Estas mayores concentraciones se relacionan a la utilización de sistemas predominantemente pastoriles, siendo entonces, un factor de peso nutricional como componente de una ración.

En los establecimientos lecheros, es necesario conocer la calidad del agua para el lavado tanto de la máquina de ordeño como de los utensilios utilizados para este fin. La dureza del agua es un factor importante para la

producción de leche de buena calidad ya que disminuye la eficiencia de limpieza en las máquinas ordeñadoras, cuando los detergentes no incluyen agentes ablandadores en la proporción adecuada (Pedraza, 1998).

Los niveles guía para calificar la calidad del agua para uso animal no están establecidos a nivel internacional ni nacional hasta el momento; siendo importante evaluar en cada situación productiva según aquellos valores acordes a sus efectos en la salud y en la producción animal.

En conclusión, cuando se evalúa la calidad de agua para consumo animal, deben tenerse en cuenta los contenidos de las distintas sales de interés ganadero, como son: sales totales, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio y magnesio, y elementos tóxicos como arsénico y flúor, los factores que afectan al consumo y a la tolerancia a diferentes contenidos salinos y el sistema de producción.

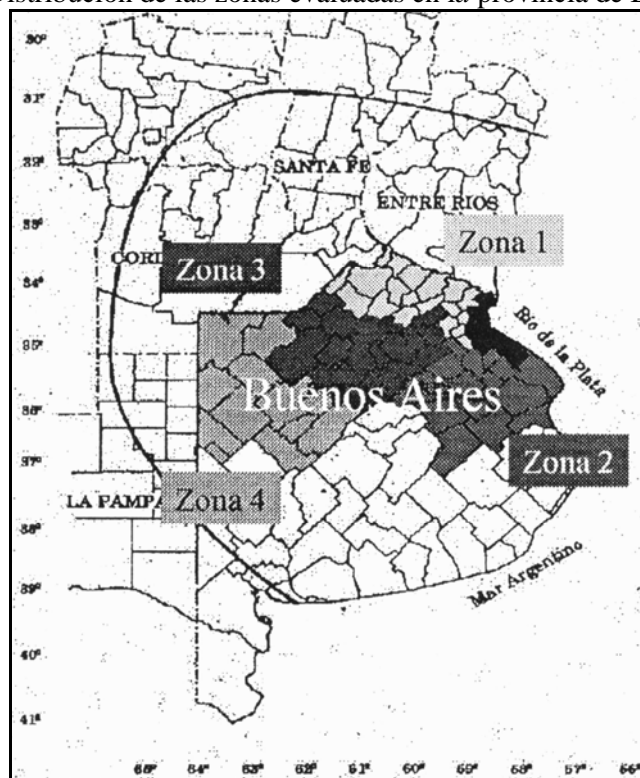
El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad y condiciones de uso del agua subterránea en establecimientos agropecuarios, determinando su aptitud para la producción animal en la Provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio:

Representa aproximadamente el 52 % de la Provincia de Buenos Aires, ubicándose al norte del paralelo 36° latitud sur. En ella se encuentran distribuidos 63 partidos ocupando una superficie total de 12.375.209 ha. Los partidos involucrados se agruparon para su análisis (según el Censo Agropecuario INDEC, 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 (Mapa 1).

MAPA 1: Distribución de las zonas evaluadas en la provincia de Buenos Aires.



Las características en cada una de ellas son:

Zona 1: Agricultura, producción de leche, porcinos y aves; precipitación promedio de 1100 mm/año y aptitud de suelos preferentemente agrícola con riesgo de erosión hídrica. **Zona 2:** Aptitud de suelos agrícola-ganadera, con tendencia al anegamiento, similar régimen pluviométrico y producción predominantemente ganadera dedicada a la producción de leche, carne, aves y equinos. **Zona 3:** De aptitud mixta, suelos con características variables, con textura franco y precipitaciones de 900 mm/año. **Zona 4:** Suelos de textura franco-arenosa a arenosa con tendencia a la erosión eólica, precipitación de 800 mm/año y como actividades predominantes el engorde de vacunos, lechería y agricultura.

Muestreo:

Fue diseñado incluyendo establecimientos de distintas superficies, con una distribución uniforme, representando el 10 % de la superficie de cada zona (n= 1085). Las muestras fueron tomadas de bocas de extracción (molinos o bombas), elegidas al azar y estratificadas según superficie, en forma duplicada y remitidas para su análisis a laboratorios universitarios durante el período 1996/ 1998.

La calidad físico-química del agua se analizó en dos instancias, una a campo en boca de pozo y otra en laboratorio, a través del pH y contenido de sales totales (ST), por conductimetría, dureza (D), cloruros (Cl), sulfatos (S) y arsénico (As) utilizando indicadores colorimétricos, y nitratos (N) por reflectometría, siendo expresados todos los resultados en mg/l. Los elementos fueron evaluados de acuerdo a los valores admitidos para la producción animal considerando el límite de seguridad (LS) como el contenido a partir del cual no se afecta la salud pero si la producción (P.ej. problemas reproductivos, menor producción de leche, menor aumento de peso) y el límite máximo (LM) como el nivel a partir del cual se afecta la salud (pe. diarreas, irritación, gastrointestinal, úlceras, desgaste dental prematuro, cáncer arsenical, metahemoglobinemia).

Los valores admitidos considerados para su evaluación fueron: pH: entre 6 y 9; ST: 7.000 y 12.000; D: hasta 3.000 y para el lavado de ordeñadoras hasta 380; Cl: 7.000 y 10.000; S: 300 y 700; N: 250 y 500 y As: 0,3 y 1 (Bavera y otros, 1979; Brooks y Carpenters, 1990; Cerana, 1972; Deeb y Sloan, 1975; Digesti y Weeth, 1976; Herrero, 1996; Jarsun, 1987; National Academy of Science, 1974).

Dada la gran cantidad de productores que se abastecen con pozos particulares en el área rural, se encuestó a los mismos sobre aquellas condiciones que hacen al uso del agua.

Todos los resultados obtenidos fueron analizados utilizando estadística descriptiva, las variables no se distribuyen normalmente por lo cual se utilizó el análisis de correlación de Spearman (Mc Leese, Patience, Wolynetz y Chistison, 1991) para establecer asociación entre la concentración de sales totales y las distintas sales presentes en el agua analizada, en cada zona y entre zonas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos provenientes de las 1085 muestras se presentan en el Cuadro 1 según elemento analizado y zona.

CUADRO 1: Estadística descriptiva de los elementos químicos presentes en las distintas zonas (en mg/l excepto pH).

		ZONA: 1 (A y B) n= 341	ZONA: 2 (D,E,H y J) n= 260	ZONA: 3 (F, G e I) n= 118	ZONA: 4 (L) N= 366
pH	Prom-DS	7,42 ± 0,43	7,37 ± 0,37	7,44 ± 0,44	7,81 ± 0,49
	Rango	6,15 - 9,8	6,23 - 9,19	6,47 - 8,99	6,68 - 9,67
Sales Totales	Prom-DS	666,83 ± 330,05	1159,94 ± 919,62	2099,18 ± 2296,35	3274,35 ± 2100,58
	Rango	43,5 - 4074,5	50,75 - 6960	60,03 - 15225	58,1 - 10476,25
Dureza	Prom-DS	241,24 ± 286,73	320,43 ± 512,43	425,61 ± 530,17	1413,36 ± 1367,13
	Rango	53,4 - 3738	52,4 - 7120	24,39 - 2492	196 - 6469,06
Cloruros	Prom-DS	74,63 ± 303,49	415,19 ± 607,26	601,27 ± 959,75	1186,43 ± 655,47
	Rango	8,9 - 4870	10,1 - 4911	33,2 - 5549	31,4 - 4943
Sulfatos	Prom-DS	306,21 ± 214,73	407,30 ± 364,73	494,06 ± 540,66	350,69 ± 523,09
	Rango	5,8 - 1600	7,4 - 4065	8,2 - 4308	11,6 - 4133
Nitratos	Prom-DS	51,81 ± 63,18	37,81 ± 74,63	74,15 ± 112,58	140,15 ± 136,56
	Rango	0,7 - 500	<1 - 500	0,3 - 750	5,4 - 800
Arsénico	Prom-DS	0,072 ± 0,12	0,09 ± 0,12	0,14 ± 0,20	0,10 ± 0,22
	Rango	0 - 1	0 - 0,5	0 - 1	0 - 1

Para cada componente químico se establecieron las siguientes características:

- ◆ **pH.** El promedio de las muestras se encuentra dentro del rango admitido en el cual no se presentarían problemas en la producción y en la salud animal.
- ◆ **Sales totales (ST):** Si bien todos los promedios se hallan por debajo de los límites (LS y LM) algunas muestras en las Zonas 3 (2,5 %) y 4 (6,8 %) presentan valores superiores al LS y LM, estos valores podrían incrementarse en época de sequía, en los bebederos por evaporación. El exceso podría originar un desbalance mineral en animales jóvenes y de altos requerimientos productivos, provocando menor apetito, debilidad, menor peso corporal, menor producción de leche, diarreas prolongadas, gastroenteritis, y en casos extremos, cambios degenerativos en el sistema nervioso central: ataxia, parálisis, espasmos musculares) (Herrero, 1996).
- ◆ **Dureza (D):** Todos los valores promedio se hallan por debajo del LS y LM. En las zonas 1, 2 y 4 se hallaron muestras que superan el LM, siendo el porcentaje mayor en la zona 4 representando el 14,75 % del total. No se le conocen efectos perjudiciales sobre la salud, salvo la alcalinización del agua y, en casos muy particulares, evita la asimilación de microelementos. El porcentaje de muestras evaluadas y consideradas no aptas para lavado de instalaciones de ordeño, fueron según zona: 1: 19,5 %; 2: 33,5 %; 3: 46,5 % y 4: 74,3 %.

En la región, se determinó que la concentración incrementa de este a oeste y origina en consecuencia problemas para el correcto lavado de los equipos de ordeño en las cuencas lecheras.

- ◆ **Cloruros (Cl):** En todas las zonas el promedio está por debajo de los LS; cabe señalar que coincidentemente las muestras con valores mas altos de ST, presentaron también los guarismos mas altos en cloruros. Sin embargo, no se presenta como un elemento problema para la salud animal ya que no excede el LM en ningún caso.
- ◆ **Sulfatos (S):** En todas las zonas analizadas los tenores de S superan el LS, pudiendo ocasionar problemas subclínicos en hembras con capacidad reproductiva, en animales jóvenes o no acostumbrados a su consumo. El porcentaje de muestras con valores superiores al LM, donde podrían presentarse diarreas en animales no acostumbrados, fueron para zona 1: 3 %; 2: 5,8 %; 3: 10,9 % y 4: 2,5 %. Resultados obtenidos de la encuesta mostraron que en áreas bajas de la Zona 2, donde los valores de S harían suponer presencia de diarreas, esto no se observaba en temporadas húmedas ya que los animales preferían consumir agua dulce de los charcos y no de las aguadas. Por el contrario en temporadas secas, sin presencia de anegamientos, los animales obligados a beber de las aguadas presentaban diarreas y problemas reproductivos.
- ◆ **Nitratos (N):** En ningún caso los promedios superaron el LS y LM. Se halló un porcentaje variable de muestras no aptas para consumo animal (= 500 ppm); 1: 0,6 %; 2: 0,8 %; 3: 0,8 % y 4: 5,8 %. Los valores hallados en la Zona 4 coinciden con muestras cercanas a viviendas, instalaciones de ordeño sin tratamiento de efluentes y molinos de lotes con altas dosis de fertilizaciones nitrogenadas y suelos de elevada capacidad de infiltración. Valores elevados en el contenido de N indican la contaminación del recurso, pudiendo ocasionar disminución en la producción esperada.
- ◆ **Arsénico (As):** De todas las muestras analizadas los valores promedio no superaron los LS y LM, sin embargo se halló un porcentaje variable de muestras que superan los valores admitidos en todas las zonas: 1: 0,9 %; 2: 2,3 %; 3: 2,2 %; y 4: 3,8 % pudiendo ocasionar irritación gastrointestinal en animales jóvenes. Esta presencia es atribuida a una contaminación natural en la región.

La tendencia general de los contenidos hallados de ST, Cl, D y S es que todos estos valores se incrementan en dirección este a oeste en la región. Por el contrario, la ocurrencia de elevados valores de nitratos obedece a causas puntuales y relacionadas a diferentes aspectos: construcción de pozos, manejo de efluentes, ubicación de fuentes de contaminación y características locales de los suelos.

Las variables analizadas no tuvieron una distribución normal, por lo cual para determinar correlación entre sales totales, dureza, cloruros y sulfatos se utilizó la prueba de Spearman (Cuadro 2).

CUADRO 2: Relaciones entre la concentración de sales totales y las distintas sales presentes para las 4 zonas consideradas.

Zonas	Correlación entre	Nivel de significación
1, 2, 3 y 4	ST y D	1 %
1, 2, 3 y 4	ST y Cl	1 %
2, 3 y 4	ST y S	1 %
2, 3 y 4	D y Cl	1 %
2, 3 y 4	D y S	5 %
1, 2, 3 y 4	Cl y S	5 %

Respecto a las sales mayoritarias presentes en el agua del agua, se pudo hallar correlación ($p < 0,01$) en todas las zonas entre ST, D y Cl, dada la fuerte composición de bicarbonatadas y cloruradas en toda la región. Mientras que se halló correlación entre ST y S para las Zonas 2, 3 y 4; la misma estaría asociada con la ubicación geográfica y elevada concentración de sales totales. Es importante considerar que en la Zona 1 se detectaron los menores niveles de sales.

Asimismo, también se encontró correlación ($p < 0,05$) en todas las zonas entre Cl y S. Para el resto de los componentes, si bien se determinaron correlaciones altamente significativas, esto no se pudo establecer para todas las zonas estudiadas.

Sobre la base de las correlaciones obtenidas, es posible, para las zonas estudiadas, suponer la presencia de las sales mayoritarias (D, Cl y S) a partir del conocimiento de la concentración de las sales totales.

Con respecto al uso del agua, los resultados de la encuesta a los productores indicaron que en el 100 % de las áreas rurales el abastecimiento se realiza por pozos particulares. En el 91 % de los casos las perforaciones extraían agua de profundidades entre los 6 y 30 metros. El 9 % restante lo hace de mayores profundidades pero nunca superando los 45 metros, siendo en estos casos perforaciones que demandan un mayor caudal: riego, grandes instalaciones de ordeño y de engorde a corral. Las perforaciones más someras pertenecían a bombas manuales o a molinos. En todos los casos correspondieron al acuífero Pampeano. La encuesta reveló que un 70 % de

perforaciones tienen más de 20 años, hallándose deficiencias en su construcción y mantenimiento, pudiendo favorecer la contaminación del agua subterránea.

Otro aspecto a considerar es que el 51 % de los casos los pozos eran utilizados para varios usos a la vez, considerándose aquí el consumo humano. En este caso es fundamental tener en cuenta los valores de nitratos y de arsénico que superan los límites admitidos para su consumo (45 y 0,05 mg/l respectivamente).

CONCLUSIONES

La calidad del agua para bebida animal de los establecimientos de la mitad norte de la provincia de Buenos Aires es con frecuencia aceptable, y no presentaría inconvenientes para la producción y salud animal. Sin embargo, existen otras que no lo son, para las que se deberán tener las siguientes consideraciones:

Consultar a los autores de este trabajo para identificar el origen de las muestras que superaron los límites de admisión en el caso que se utilicen estas fuentes de agua para ser suministradas a animales jóvenes, de alto nivel de producción y aquellos no acostumbrados al consumo de las mismas. En estos casos pueden presentarse trastornos reproductivos y/o gastrointestinales, influyendo directamente en la eficiencia de la producción animal, en detrimento de la calidad de los productos y de los márgenes económicos.

Determinar la concentración de sales totales que permitirá predecir los niveles de dureza, cloruros y sulfatos, debido a las correlaciones obtenidas en las cuatro zonas estudiadas.

Establecer las condiciones de uso compartido del agua de bebida entre animales y seres humanos, en especial en aquellos casos en los cuales los niveles de nitratos y de arsénico superan el límite admitido para humanos (45 mg/l y 0,05 mg/l, respectivamente), para lo que también, es necesaria la consulta a los autores.

Debe señalarse que las aguas de varias de las zonas estudiadas en este trabajo, también, pueden presentar contenido excesivo de fluoruros, lo que implica el riesgo de desgaste dental prematuro en el ganado y de veteado de color marrón en la dentadura humana. Este parámetro no fue considerado en este trabajo por carecer de la metodología analítica necesaria.

Evaluar aquellos factores que condicionan la contaminación de los pozos en toda la región y aconsejar el monitoreo en el tiempo.

Analizar el agua de cada pozo nuevo porque la concentración de sales estará influenciada por la composición mineral de los suelos y subsuelos a través de los cuales son recargados los acuíferos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado gracias a la financiación del Programa UBACyT - Programación 1.998-2000, Proyecto TV20. se agradece también la colaboración de los productores en cuyos establecimientos se realizaron los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- BAVERA, G., RODRÍGUEZ, E., BEGUET, H., BOCCO, O. y SÁNCHEZ, J. 1979. Aguas y Aguadas, Bs.As., Hemisferio Sur, 284 p.
- BONEL, J. y AYUB, G. 1985. Método para determinar la calidad de agua para bebida de bovinos y recomendaciones para el ganadero. Rev.Arg.Prod.Anim, 4 (Sup.3):45-48.
- BROOKS, P. y CARPENTES, 3. 1990. The water requirements of growing - finishing pigs, theoretical and practical considerations. Recent advances in Animal Nutrition, R.U. Haresing, pp. 118-136.
- CERANA, L. 1972. Análisis químico de Aguas destinadas a usos agropecuarios. Información necesaria e interpretación, IDIA, 299. Nov.1972, pp. 1-23.
- DEEB, B. y SLOAN, K. 1975. Nitrates, Nitrites and Health-Univ. of Illinois, USA, Bull. 750, 52p.
- DIGESTI, R. y WEETH, H.J. 1976. A defensible maximum for inorganic sulfate drinking water of cattle. 3. Anim. Sci. 42(6): 1498-1502.
- HERRERO, M.A.1996. Aguas para Consumo Animal, Cap.S, Agrozoología I, Bs.As., AGROVET, pp. 53-87.
- SARDI, G.M.I., ORLANDO, A.A., MALDONADO MAY, V., CARBÓ L., FLORES, M. Y ORMAZABAL, J.J. 1997. Protagonistas del Desarrollo Sustentable: El Agua en el Sector Agropecuario, caracterización de la Pradera Pampeana, EUDEBA ISBN 950-23 0646-5, Bs.As, Argentina, pp. 53-81.
- INDEC. 1988. Censo Nacional Agropecuario, Prov. de Buenos Aires, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca - Inst. Nacional de Estadística y Censos, Rep. Arg. 54 p.
- JARSUN, B. 1987. Uso e interpretación de Aguas, Convenio INTA, Bco. de Córdoba, 32 p.
- MC LEESE, J., PATIENCE, J., WOLYNETZ, M. y CHISTISON, G. March 1991. Evaluation of the quality of groundwater supplies used on ductores en cuyos establecimientos se realiza- Saskatchewan swine farms. Can. 3. Anim,ron los nijestreoj. Sci, 71 : 191-203.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1974. Nutrients and Toxic Substances in water for livestock and poultry, Washington DC., USA, 93 p.
- 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 agro industrial - FEPAL-1 N IA-Univ. República, 12p.

Volver a: [Aguas de bebida](#)