

Estudios de Caso del IMAE

Estudio de Caso del IMAE N° 5

5

Impacto de la operación de un “Feedlot” sobre la calidad del agua subterránea, y sus implicancias sobre la provisión de agua potable a los empleados rurales



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR



IMAE
Instituto de Medio
Ambiente y Ecología

ESTUDIOS DE CASO DEL IMAE

Estudio de caso Nro. 5

Impacto de la operación de un “Feedlot” sobre la calidad del agua subterránea, y sus implicancias sobre la provisión de agua potable a los empleados rurales

Especialización en Seguridad, Higiene y Protección Ambiental

Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería

Pontificia Universidad Católica Argentina

Trabajo final

Ing. Ramiro Calafell Carranza
Tutora: Dra. Geneviève de Mahieu

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
INSTITUTO DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA

- Agosto 2009 -

INDICE

1. RESUMEN.....	3
2. OBJETIVO.....	5
3. INTRODUCCIÓN.....	6
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSIÓN.....	24
7. CONCLUSIÓN.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	32
AGRADECIMIENTOS.....	34
ANEXO I – SEGURIDAD RADIOLOGICA.....	35
ANEXO II – INFORME DEL LABORATORIO.....	39
ANEXO III – NORMAS DE TOMA DE MUESTRAS.....	46

1. RESUMEN

El sistema de engorde intensivo de vacunos en espacios confinados o engorde a corral, denominado comúnmente “feedlot”, se ha desarrollado fuertemente en los últimos años en la Argentina, y más específicamente en la Provincia de Buenos Aires. “(...) Es una tecnología de producción de carne con los animales en confinamiento, y dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad” (Gil, 2005).

Este esquema productivo involucra una alta concentración de individuos en una pequeña superficie de terreno, con el suplemento de alimento para cubrir sus necesidades nutricionales. La acción de eventos climáticos tales como lluvias y altas temperaturas sobre las heces y la orina de los animales, sumada a la falta de vegetación que proteja el suelo, y absorba y neutralice aunque sea una parte del aporte de materia orgánica y de microorganismos patógenos, supone el riesgo de contaminación del suelo y del agua, tanto superficial como subterránea (además de la generación de olores nauseabundos).

Por todo lo expuesto, hemos decidido realizar un diagnóstico de la calidad del agua subterránea en las proximidades de una instalación de este tipo, en un establecimiento agropecuario de la Provincia de Buenos Aires, buscando realizar así un aporte a los escasos estudios que existen en el país en esta materia.

Dado que no existen en el área de estudio cursos de agua superficiales ni otras fuentes de contaminación relevantes, vimos la oportunidad de realizar un diagnóstico preliminar que nos permitiera conocer el potencial impacto de esta actividad productiva sobre los acuíferos de la zona. Al eliminar la posibilidad de migraciones horizontales superficiales, ello nos permitió eliminar este flujo y evaluar el impacto directo sobre la calidad del agua subterránea en el sitio de estudio.

Mantener una adecuada calidad de las napas reviste una gran importancia en áreas rurales, desde el momento en que son la única fuente de agua de bebida tanto humana como animal y que su deterioro podría generar riesgos sanitarios y productivos significativos. En este sentido, se tomaron muestras de agua de tres sitios distintos, con el fin de determinar la presencia de agentes contaminantes, tanto fisicoquímicos como bacteriológicos.

Dos de las tres muestras analizadas por el laboratorio dieron resultados que resultaron aceptables, considerando los valores fijados por el Código Alimentario Nacional (Ley 18.284). Sin embargo, la correspondiente al pozo más próximo al feedlot fue la excepción, ya que mostró un contenido de bacterias patógenas muy superior al recomendado para consumo humano. Descartando a priori otras fuentes de contaminación microbiológica en las proximidades, podríamos concluir que este tipo de práctica productiva podría estar teniendo un impacto real y altamente perjudicial sobre el acuífero freático (acuífero libre) en la zona estudiada.

PALABRAS CLAVE: Feedlot, aguas subterráneas, contaminación, salud ocupacional

2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo de investigación consiste entonces en la determinación preliminar del impacto real del funcionamiento de un “feedlot”, sobre la calidad del agua de los acuíferos, tanto el freático como el semiconfinado, y sus posibles implicancias sobre la provisión de agua potable a los empleados rurales que habitan en el establecimiento.

3. INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En los últimos años, los sistemas de engorde de ganado denominados feedlot se han multiplicado en la Argentina, sobre todo en la Provincia de Buenos Aires. Como podemos observar en la Tabla 1, el 42% de los feedlots registrados por el SENASA se encuentran ubicados en la Provincia de Buenos Aires y en ellos se encuentran el 51% de los bovinos sometidos a este sistema de intensificación ganadera.

Tabla 1: Distribución de establecimientos y de cantidad de bovinos por provincia

Provincia	Cantidad de Feedlots	Participación porcentual	Cantidad de animales	Participación porcentual
Buenos Aires	709	42,03	824.400	51,13
Santa Fe	355	21,04	295.000	18,30
Córdoba	351	20,81	294.000	18,23
Entre Ríos	87	5,16	79.600	4,94
La Pampa	40	2,37	35.800	2,22
Santiago del Estero	36	2,13	41.000	2,54
San Luis	21	1,24	42.500	2,64
Otras	88	5,22	-	-
Total	1687	100	1.612.300	100

Fuente: Elaboración propia.

En primer término debemos indicar que un feedlot “es un sistema intensivo de producción de carne, se refiere al engorde de la hacienda vacuna en corrales, donde el total del alimento consumido es suministrado diariamente por el hombre” (...) “Es una tecnología de producción de carne en donde los animales se encuentran en corrales, bajo un estricto control sanitario y nutricional, recibiendo dietas de alta concentración energética (generalmente basadas en maíz) y alta digestibilidad. De esta manera también se está dando valor agregado al maíz, convirtiendo proteína vegetal en proteína animal la cual es de mayor valor biológico. En la Argentina se ha empezado con altas suplementaciones en momentos estratégicos, hasta llegar a la terminación a corral”.

Este método de producción concentra importantes cantidades de ganado vacuno en superficies de terreno muy pequeñas. Esta concentración elevada de animales agota rápidamente la

cobertura vegetal presente en el sitio de encierro por consumo directo y pisoteo constante, e impide el crecimiento de cualquier tipo de planta dentro del lugar de encierro.

Existen dos esquemas básicos de producción en el engorde a corral o feedlot: Sistema de engorde intensivo “per se” y Sistema de terminación a corral. La diferencia entre ambos radica en que mientras que en el primero se utiliza esta tecnología en forma intensiva desde el inicio del proceso de engorde del animal, en el segundo la misma se acopla a un sistema pastoril de cría, de manera que los animales ganen más rápidamente los últimos kilogramos necesarios para la venta.

Además de la generación de olores nauseabundos y la proliferación de moscas en el área de influencia de un feedlot, la concentración de animales puede producir la contaminación, tanto química como biológica, del suelo, de las napas de agua y de los cursos de agua superficiales en el área que circunda los corrales. A pesar de esto, no existen en la Argentina casos estudiados y documentados de degradación del medio ambiente y/o pérdida de recursos naturales por parte de los feedlots.

Mientras en otros países del mundo, como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, la actividad está regulada por normativa específica que resguarda las fuentes de agua protegiéndolas de la contaminación, por el momento en la Argentina la implantación y la operación de este tipo de instalaciones no están reguladas a nivel nacional en lo que se refiere a la protección del entorno, por lo que no existen medidas tendientes a evitar sus posibles impactos ambientales.

Algunas regulaciones incipientes han surgido en los últimos años como en la provincia de Entre Ríos y en algunos municipios de la Provincia de Buenos Aires como el de Olavarría, pero no han logrado aún plasmarse en leyes, a pesar de que como veremos más adelante, hay varios proyectos de ley tanto a nivel nacional, como a nivel provincial.

Descripción del área de estudio

El Partido de 25 de Mayo (Provincia de Buenos Aires) se encuentra en una zona arreica, porque no tiene cursos de agua propios ni es atravesado por ninguna cuenca hídrica. Sin embargo, existe una gran cantidad de lagunas hacia las cuales se vierte y concentra el escurrimiento. Algunas de ellas fueron unidas mediante canales artificiales para favorecer el escaso escurrimiento hacia la cuenca del Río Salado.

La pendiente promedio de la región es del orden del 0,33% (0,33 m/km) con dirección Noroeste-Sudeste. En la zona de Valdés, donde se encuentra ubicado el establecimiento, no existe una pendiente importante ni de dirección definida. Por otro lado, la napa freática se encuentra a escasa distancia de la superficie del suelo. De hecho, en los últimos años, en períodos de fuertes lluvias, las áreas más bajas se inundaron y la superficie de terreno ocupada por las lagunas, tanto las naturales como las artificiales, creció produciendo anegamientos y pérdidas importantes en cultivos. Inclusive, algunas lagunas temporarias se han convertido en permanentes. Sin embargo, debemos destacar que este proceso se ha revertido por la fuerte sequía de fines del año 2008 y principios del 2009.

Desde el punto de vista climático, es una zona templada, con dos períodos definidos: uno frío que comienza a fines de abril y se extiende hasta fines de septiembre, y otro caluroso, que se extiende de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 15,3° C, con una media del mes más frío de 7,3° C, una media del mes más cálido 23,2° C y temperaturas mínima y máxima absolutas de -6° C y 37° C respectivamente. Las precipitaciones promedio anuales son de 910 mm, aunque se han registrado aumentos en los últimos años.

Perfil edáfico e hidrogeológico

En lo que respecta al suelo y la hidrogeología en este sitio, como se encuentra prácticamente en el límite entre las Regiones Ambientales de la Pampa Arenosa y la Pampa Deprimida, comparte características de ambas. Los suelos predominantes son molisoles, es decir, suelos negros o pardos que se desarrollaron a partir de sedimentos eólicos y fluviales, y cuya principal propiedad es la estructura granular o migajosa moderada y fuerte que facilita el movimiento del agua y aire. “La incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral ha generado en el transcurso del tiempo un proceso de oscurecimiento del suelo por la incorporación de materia orgánica, que refleja más profundamente en la parte superficial, la que se denomina epipedón mólico” (FAO, 2009). Por lo tanto, son suelos aireados y porosos de alta conductividad hidráulica, lo que facilita la infiltración y percolación de líquidos desde la superficie del terreno.

El Acuífero Pampeano o Epipelche es la formación más superficial en esta zona. Se compone de un conjunto de sedimentos denominados "sedimentos pampeanos". Mayoritariamente se trata de limos arenosos muy permeables y de gran conductividad hidráulica, con presencia esporádica de concreciones de tosca. El espesor del Pampeano varía

entre 15 y 30 metros, y en determinados sitios puede alcanza los 100 metros. El nivel freático está muy cercano a la superficie, y aunque varía de acuerdo a las precipitaciones, en promedio se ha mantenido por encima de los 5 m bajo el nivel del suelo y en la última década ha alcanzado el horizonte superficial del suelo, incluso produciendo importantes anegamientos semi-permanentes. En algunos casos, aflora en forma de humedales y lagunas, en particular luego de intensas lluvias, dado que se recarga directamente con los aportes de estas últimas.

Figura 1: Perfil hidrogeológico



Fuente: Elaboración propia.

Como podemos ver en la Figura 1, debajo del acuífero freático se desarrolla la Formación Puelche, un acuífero semi-confinado compuesto por un estrato de arenas cuarzosas medianas y finas, de tonalidad amarillenta y origen fluvial con un espesor de entre 15 y 40 m, y una profundidad que va desde los 15 a los 120 m. Está separado del Pampeano, por un limo

arcilloso de unos 6 metros de espesor que actúa como acuitardo, sustrato semipermeable que limita, aunque no lo evita, el flujo vertical de agua, es decir la recarga y descarga hacia y desde el acuífero freático.

Descripción de las instalaciones y operación

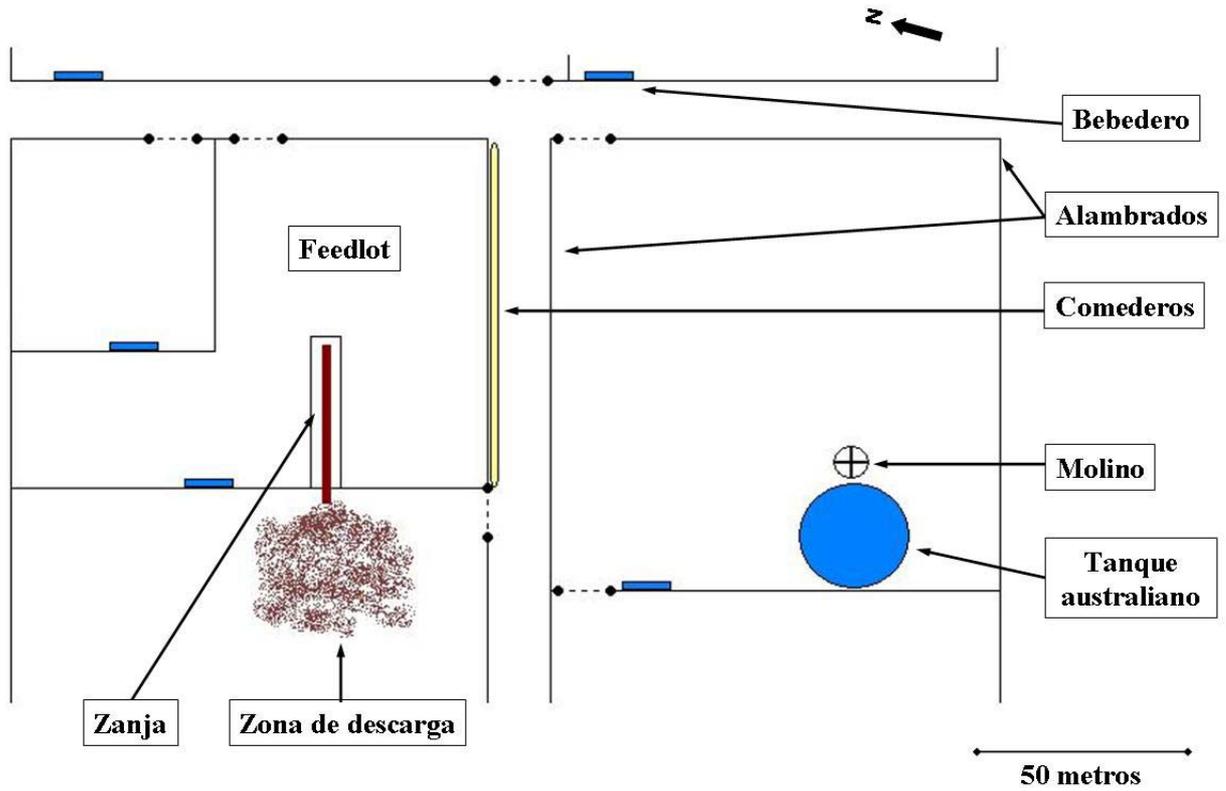
Con el fin de interiorizarnos con las características del feedlot y su funcionamiento, llevamos a cabo una entrevista personal con uno de los propietarios, el que es también administrador del establecimiento. De esta entrevista surgieron los siguientes datos (año 2005):

- ❖ Superficie: 2500 m².
- ❖ Carga promedio: 100 animales (terneros o novillos).
- ❖ Densidad de carga: 25 m² por animal.
- ❖ Antigüedad: 5 años.
- ❖ Alimentación: Granos + Fibra + Suplemento proteico.
- ❖ Agua: bebedero alimentado por molino

Por su descripción general, podemos inferir que este sistema de engorde a corral, es del segundo tipo de acuerdo a lo descrito en los Antecedentes, es decir que sirve como Sistema de terminación de animales criados a campo natural o pasturas. Es por esto que la concentración de animales es menor y que su utilización responde a las necesidades del establecimiento de producción mixta (agricultura y ganadería).

En la Figura 2, podemos ver un plano de la ubicación del feedlot en relación al molino de donde se extrae agua para abastecer a todos los bebederos de animales de este sector del establecimiento, incluido el del corral donde funciona el feedlot. Este molino bombea el agua de un pozo de la napa freática o acuífero freático (Fig. 1), cuya calidad depende en gran medida de las alteraciones que se realicen en la superficie del terreno.

Figura 2: Plano del feedlot



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3: Zanja de descarga



Fuente: Elaboración propia

La zanja de descarga de los efluentes, en la Figura 3, tiene como objetivo la evacuación de los efluentes líquidos que se generan dentro del corral (mezcla de orina, heces de los vacunos y agua de lluvia) con el fin de evitar problemas sanitarios en el rodeo y la proliferación de moscas. A pesar de eso, en la práctica, se evidencia la presencia de charcos en medio del corral, como se ve en fotos más adelante (Figura 5).

Este canal busca dirigir el flujo de efluentes hacia el potrero contiguo aprovechando una ligera pendiente natural hacia este último. De esta manera, el suelo donde termina la zanja de descarga se convierte en una zona de absorción donde los líquidos derivados de la operación del feedlot, terminan ingresando y percolando hasta alcanzar la napa freática.

En cuanto a la operación del feedlot, como mencionamos anteriormente, el sistema es de terminación de animales (no intensivo) y se desarrolla de la siguiente manera: durante un año se alternan 2 meses de encierro y uno de descanso, con la excepción del verano en que no está en operación, determinando tres ciclos anuales de engorde de ganado.

Figura 4: Vista del feedlot



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Vista del feedlot



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Alimentación en feedlot



Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la alimentación, como lo mencionamos anteriormente, ésta incluye: una fuente de energía y una fuente de fibras y proteínas. En cuanto a la primera, está compuesta principalmente por granos de maíz (ver Fig. 6) que son sembrados y cosechados en el mismo establecimiento. En el caso de las fibras y las proteínas, son suplementadas a través de “rollos” de forraje que también provienen de la cosecha de cultivos forrajeros. En ciertos casos se suplementa también con un complemento extra de sales y proteínas.

A los fines de un mayor análisis, hemos resuelto incorporar la Tabla 2 que veremos a continuación. La misma ha sido obtenida del trabajo “Impacto de un sistema intensivo de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua” de Andriulo et al. (2003). En el mismo se realizó una caracterización de la composición química del alimento y de las heces obtenidos en los lotes de engorde. Dadas las similitudes de la alimentación en los dos casos estudiados, consideramos entonces que la misma puede ser incorporada sin problemas a nuestro estudio.

Tabla 2: Caracterización de la composición química del alimento y de las heces

Componente	Unidades	Alimento*	Heces**
Humedad	(%)	3,2	84,2
pH	suelo:agua (1:2,5)	6,4	6,8
CE		5,4	3,8
MO	(%)	91,0	50,9
N		2,4	1,7
C/N		21,1	16,0
P	(%)	0,7	0,7
Ca		2,4	2,6
Mg		1,4	1,9
Na		1,0	1,6
K		1,2	1,4
As	µg g ⁻¹	< 0,2	6,4
Pb		20,6	13,5
Cu		25,4	12,8
Zn		0,053	0,079

(*): el alimento se obtuvo en los comederos de engorde.

(**): las heces obtenidas en los comederos de engorde fueron excretadas el día del muestreo.

Fuente: Extraído de Andriulo, Adrián et al., 2003

Figura 7: Bebida en feedlot



Fuente: Elaboración propia.

Dotación de personal

Al momento del relevamiento de datos para esta investigación, el personal que trabajaba en el establecimiento agropecuario estaba compuesto de la siguiente manera:

- ❖ 1 administrador
- ❖ 2 peones
- ❖ 1 peón/tractorista
- ❖ 1 casero
- ❖ 1 casera

Adicionalmente, la familia de los caseros y la de uno de los peones habitan en forma permanente viviendas provistas por los propietarios del establecimiento. Esto hace que a los 6 trabajadores ya indicados, se sumen otras 7 personas que viven dentro de la estancia, lo que

lleva a una población total potencialmente expuesta a la contaminación de los acuíferos de 13 personas.

Todos ellos utilizan el acuífero puelche (o segunda napa) como fuente de agua de bebida, para cocina y el aseo personal. En todos los casos se produce el bombeo del agua hacia tanques en las viviendas.

Aspectos normativos de la protección ambiental del engorde a corral

A pesar de que en la Argentina no existe normativa vigente a nivel nacional que regule la gestión ambiental de la operación de los feedlots, existen varios proyectos de ley tanto a nivel nacional como a nivel provincial sobre esta temática.

En la Cámara de Diputados existen dos proyectos importantes. Por un lado, el impulsado por el diputado entrerriano Raúl Solanas. El mismo contempla un ordenamiento de esta actividad, estableciéndose a grandes rasgos que las distancias mínimas para la instalación de un feedlot no sean inferiores a los 5 km respecto de los ejidos urbanos. Asimismo plantea que la distancia mínima de ubicación de los corrales no debe ser menor a 2km de las viviendas rurales, y a 1km respecto de las cuencas o cursos de agua, tanto naturales o artificiales. Este proyecto entonces no sólo apunta a regular sobre aspectos fundamentales de esta actividad en sí, sino que busca también proteger al medio ambiente y la salud de la población de los posibles impactos negativos.

Por otro lado, existe un proyecto de ley impulsado por la diputada Graciela Gutiérrez. El mismo es propuesto bajo los fundamentos de que en los últimos años, la actividad agropecuaria ha ido mutando en sus características tradicionales, avanzando sobre nuevas formas de producción, generándose en consecuencia un vacío legal sobre estas nuevas figuras.

Indica entonces que la actividad debe ser urgentemente regulada, sobre todo si se tienen en cuenta los potenciales impactos negativos que la misma conlleva, enumerando entre otros: la proliferación de moscas, la posibilidad de contaminación de los cursos de agua, como así también de las napas de agua, y los vertidos de efluentes sin tratamiento previo. Todos estos inconvenientes se ven incrementados si los establecimientos se encuentran a cortas distancias de la población, por lo que los problemas sanitarios y de higiene, son el gran problema a

solucionar, de manera que esta actividad “resulte sustentable y en armonía con el ambiente” (Gutiérrez, 2007).

El proyecto indica en su artículo 2 que se entiende por feedlot a toda aquella área confinada y preparada, donde los vacunos son alimentados, normal o mecánicamente para fines productivos, quedando incluidos en la definición: las instalaciones para acopio y distribución de alimentos, y las instalaciones sanitarias y de tratamiento de efluentes. Por otro lado, en su artículo 4, clasifica a los mismos en tres grupos conforme el número de animales que lo integren: 1) Familiares: 1 a 2000 vacunos, 2) Comerciales: 2000 a 5000 vacunos, y 3) Industriales: más de 5000 vacunos.

En cuanto a la instalación, los mismos deben estar a más de 10 Km. de centros poblacionales, y a más de 5 Km. de vertientes de agua, ríos, arroyos, lagunas y lagos. Asimismo, deben radicarse en zonas donde la profundidad del acuífero libre sea menor a los 10 metros de profundidad en el periodo de alta, y en zonas con precipitaciones anuales menores a 1500 milímetros.

Por último, todos los establecimientos deben presentar un plan de manejo de efluentes. Aquellos considerados industriales deben además presentar una Evaluación de Impacto Ambiental, conteniendo un análisis minucioso del sitio y sus posibles impactos ambientales.

En cuanto a los proyectos de leyes provinciales, consideramos importante incorporar a este trabajo el de la Provincia de Buenos Aires. Su principal objetivo radica en preservar la calidad ambiental de los recursos hídricos que pueden ser alterados por la actividad, apuntando prioritariamente al agua superficial y subterránea de la provincia utilizadas como fuentes de agua de bebida humana y animal. Desde el punto de vista técnico, se propone la obligatoriedad de respetar una distancia mínima prohibiendo la “instalación y/o localización de corrales de engorde intensivo de ganado bovino (“feedlot”), a menos de cinco (5) kilómetros de toda planta urbana y a menos de un (1) kilómetro de todo curso de agua o cuenca de agua endorreica, de origen natural o artificial” (art. 1).

Por otro lado, existe un proyecto legislativo santafesino, impulsado por el Diputado Santiago Mascheroni. El mismo propone la obligatoriedad de realizar un Estudio de Impacto Ambiental haciendo especial hincapié en el tratamiento de los residuos, la contaminación del suelo, agua y aire, y las condiciones de higiene y seguridad para el personal afectado en la

operación. Además, propone realizar una Auditoría Ambiental anual y la zonificación e identificación de zonas críticas donde se lleven a cabo estas actividades.

Resulta evidente entonces que si estos proyectos prosperaran, sus mandamientos serán de difícil cumplimiento, aunque su sanción demostraría el interés y preocupación por los potenciales impactos ambientales de esta actividad productiva de amplia difusión y gran desarrollo, sobre todo en la Región Pampeana.

Por último, queríamos destacar que en la Provincia de Entre Ríos se ha sancionado en Noviembre de 2006 la resolución 6491 de la Secretarías de Producción y de Medio Ambiente, a través de la cual se categoriza a los establecimientos en cuatro categorías de acuerdo a su capacidad. Por otro lado, impone la realización y presentación de un “Informe de Contaminación Ambiental” realizado por un profesional competente.

De manera similar en Olavarría, provincia de Buenos Aires, en diciembre del 2008 se dictó la Ordenanza 3214, la que a grandes rasgos clasifica a los feedlots en cuatro categorías, conforme el número de animales que tengan. Asimismo, establece que las dos primeras (hasta 1.500 animales) no podrán radicarse en un radio inferior a los 5 kilómetros de las zonas urbanizadas, y las otras dos categorías deberán estar a un mínimo de 8 kilómetros.

La ordenanza establece asimismo la obligatoriedad de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, para aquellos de más de 500 animales, el que deberá expedirse respecto de la ubicación del establecimiento, su descripción, y todo lo relacionado con el suelo y aguas, y el manejo del mismo, entre otras cosas.

Vemos entonces cómo, la normativa y los proyectos tienen en cuenta principalmente la vulnerabilidad del acuífero freático en relación a la instalación y operación de un feedlot. Al ser el agua un recurso escaso y de crucial importancia para la actividad agropecuaria y para la salud humana, se vuelve necesario establecer a nivel regulatorio los parámetros de operación y los requisitos mínimos para la instalación de un establecimiento de estas características, de manera de no afectar a la actividad productiva, pero garantizando su sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

Aspectos normativos relacionados con la Seguridad y Salud Ocupacional

El Decreto 617/97 del Poder Ejecutivo Nacional aprueba el Reglamento de Higiene y Seguridad para la Actividad Agraria. Más allá de la prevención de accidentes laborales en la operación del feedlot, en el Artículo 4 del Anexo I se estipula que “el empleador debe arbitrar los medios necesarios a fin de proveer el agua potable necesaria a los trabajadores que desempeñen tareas en su establecimiento y lugares de trabajo.”

Esto significa, en este caso, proveer de agua potable en los términos del Código Alimentario Argentino (CAA) contenido en la Ley 18.284 y de acuerdo a los parámetros guía impuestos por ésta, a las 13 personas que trabajan y/o habitan dentro de los límites del establecimiento. El Artículo 982 (Modificado por Res. MSyAS N° 494 del 7.07.94) entiende por "Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, (...) la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios”.

A su vez, el artículo citado contempla los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que deben ser de cumplimiento obligatorio para todo suministro de agua potable, provenga ésta de red de distribución o de pozo. Los mismos son utilizados como referencia en el punto 6. Resultados.

Finalmente, y a pesar de que no constituye una normativa de carácter obligatorio, cabe destacar el fundamental aporte del trabajo *Gestión ambiental en el feedlot, Guía de buenas prácticas*, del técnico Aníbal J. Pordomingo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), de Anguil (La Pampa). Este trabajo analiza y describe exhaustivamente las condiciones necesarias para la localización y propone recomendaciones para la gestión ambiental de la operación de los feedlots.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Previamente a tomar las muestras, se realizó una inspección ocular de las instalaciones del feedlot, a los fines de evaluar cuales serían los mejores sitios para realizar una muestra representativa de la situación existente.

Luego, fueron tomadas tres muestras en los tres lugares seleccionados, las cuales se denominaron en ese orden como: I, II y III. A continuación pasaremos a describir los sitios de donde fueron extraídas:

- ❖ Muestra I: se tomó en un pozo que está ubicado a menos de 100 m del feedlot, y que provee de agua a los bebederos de animales de los corrales y potreros cercanos, incluido el mismo feedlot.
- ❖ Muestra II: la segunda muestra se extrajo de un sitio que se encuentra a 1,5 km del primero, en una zona de escasa carga animal y que no presenta posibilidades de recibir aportes contaminantes de otro origen.
- ❖ Muestra III: la tercera muestra fue tomada de una canilla del pozo que provee agua potable a las viviendas del establecimiento agropecuario, distante unos 200 m del feedlot.

- Procedimiento de Toma de Muestra:

Luego de seleccionados y caracterizados los sitios a muestrear, se prosiguió con la toma de las muestras de acuerdo a las recomendaciones de las normas presentadas en el ANEXO III. Así, las Muestras I, II y III fueron recolectadas siguiendo las consideraciones generales para la toma de muestras para análisis físico-químico. Además, se tuvo en cuenta en particular las recomendaciones del punto 5 - FORMAS DE EXTRACCION para análisis biológicos, de acuerdo al origen de cada muestra. En este sentido las Muestras I y II fueron consideradas en la categoría B) GRIFO SITUADO EN LA CAÑERÍA DE UN POZO SEMISURGENTE, mientras la Muestra III como categoría A) GRIFO SITUADO EN LA RED DE DISTRIBUCION.

- Informe de Laboratorio:

Los análisis de laboratorio fueron derivados al Laboratorio Lyca S.R.L., el cual realizó las determinaciones básicas que exige el Código Alimentario Argentino (Ley 18.284). Los análisis físico-químicos fueron llevados a cabo de acuerdo a normas APHA-Standard Methods (water) / Kits Merck y los bacteriológicos siguiendo las recomendaciones del Método APHA¹.

¹ American Public Health Association.

5. RESULTADOS

Los resultados analíticos de los ensayos de laboratorio se exponen a continuación en una tabla para facilitar su análisis y comparación. Los informes originales del laboratorio están contenidos en el Anexo II.

Tabla 3: Resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos

Parámetros*		Muestra I (molino)	Muestra II (testigo)	Muestra III (Puelche)	Valores de referencia ²
F	Color (Pt-Co)	2	2	2	5
I	Olor	0	0	0	--
S	Turbiedad (UNT)	0,31	0,2	0,26	<3
I	pH	7,73	7,75	7,89	6,5-8,5
C	Residuo Fijo	780	742	700	<1500
O	Dureza Total	196	267	196	<400
-	Calcio	44	39	33	--
Q	Magnesio	21	41	28	--
U	Alcalinidad total	451	414	380	--
I	Cloruros	22	37	38	<350
M	Sulfatos	35	38,5	32	<400
I	Nitratos	<2,2	7,4	22,4	<45
C	Nitritos	0,008	0,006	0,005	<0,1
O	Amonio	0,05	0,05	<0,05	<0,2
S	Cloro Residual	<0,05	<0,05	<0,05	>0,2
	Oxidabilidad	<0,4	<0,4	<0,4	<2,5
B A					
C T E	Recuento Aerobios totales 37° C	1200 UFC³ / ml	< 1 UFC/ml	< 1 UFC/ml	-
R I O	Coliformes totales	490 bact. / 100 ml	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact. / 100 ml	3 NMP/100 ml
L O G	Escherichia coli	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact./100 ml
I C O	Pseudomonas	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact. / 100 ml	< 1 bact./100 ml

* Los valores físico-químicos son expresados en mg/l.

² Valores determinados por el Código Alimentario Argentino (CAA).

³ Unidades Formadoras de Colonias.

6. DISCUSIÓN

De la comparación de los valores analíticos que resultaron de las determinaciones de laboratorio de las primeras dos muestras (la segunda fue utilizada como testigo), se evaluó el grado de contaminación provocado por el feedlot sobre el acuífero libre. Como lo mencionamos anteriormente, la Muestra I es la que fue tomada del sitio más cercano al corral de engorde intensivo. A pesar de que los valores medidos por el análisis físico-químico no arrojan resultados muy diferentes a lo esperado, utilizando la Muestra II como testigo, podemos apreciar que seis de ellos, sobre un total de dieciséis, muestran desviaciones de más de un 30%.

La diferencia realmente significativa se encuentra en los resultados de los análisis bacteriológicos. En el correspondiente a la Muestra I se encontró, como se puede observar en la Tabla 3, un valor de **1200 UFC/ml** en el recuento de microorganismos aerobios frente a un valor inferior a **1 UFC/ml** de las otras dos muestras. Otro de los resultados microbiológicos evaluados, y cuyo valor excedió el de referencia según el CAA (**3 NMP/100 ml**), es el de los Coliformes totales que fue de **490 bact. / 100 ml**.

“El grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación y por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma. (...) Incluye los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y especies lactosa positivas de otros géneros. En la práctica, los organismos coliformes son siempre miembros del grupo de las bacterias entéricas. Estas bacterias son adecuadas como indicadores porque son habitantes comunes del tracto intestinal, tanto de las personas como de los animales de sangre caliente, donde están presentes en grandes cantidades. También interesa la determinación de coliformes fecales que representan la fracción de coliformes presentes en intestinos y materias fecales del hombre o animales de sangre caliente (coliformes termotolerantes). Esto proporciona información importante sobre la fuente y el tipo de contaminación presente”.

Como vemos, las bacterias coliformes son clásicos microorganismos de efluentes cloacales o de lixiviados de materia fecal y determinan una clara alteración en la calidad del agua de la napa freática, ya que puede provocar enfermedades relacionadas con infecciones gastrointestinales que se caracterizan por una serie de síntomas como: diarreas, deshidratación, vómitos, dolor de estómago, fiebre, dolor de cabeza, entre otros.

De esta manera, podemos observar que los resultados arrojados por la Muestra I nos indican que el agua proveniente de dicho pozo no es apta para consumo humano, conforme la reglamentación vigente en nuestro país. Su uso como fuente de bebida para los empleados rurales del establecimiento podría derivar en las enfermedades anteriormente descriptas.

Por otro lado, la toma y análisis de la última muestra tuvo como objetivo primordial poder evaluar la dispersión vertical descendente de la contaminación y el impacto de este sistema de engorde sobre la calidad del agua del acuífero semi-confinado Puelche. Este punto es de vital importancia ya que la contaminación de esta fuente de agua, podría generar problemas de provisión de agua potable para beber en la zona, ya que de la misma se sirven los empleados del establecimiento.

En el caso estudiado en el presente trabajo, no se presentan problemas en este sentido ya que la Muestra III, única de las tres que fue tomada en un grifo de una de las viviendas, presenta valores físico-químicos y bacteriológicos dentro de los límites tolerables por la legislación vigente, por lo tanto es considerada como apta para consumo humano. Es decir que el agua destinada para bebida humana no presenta aún señales de haber sido contaminada.

Como señalamos anteriormente, en otros países existen reglamentaciones vigentes y recomendaciones muy precisas sobre la forma de evitar impactos ambientales significativos y las limitaciones y/o prohibiciones a la hora de instalar un sistema de engorde a corral en un determinado sitio.

Debemos tener en cuenta que la protección del agua superficial y subterránea depende de diversos factores, entre los que se encuentran los climáticos, los hidrológicos, los hidrogeológicos y los de manejo. En este sentido, existen recomendaciones en la bibliografía a nivel internacional (EEUU, Nueva Zelanda, Australia) sobre todos estos aspectos.

Entre los factores climáticos a tener en cuenta, podemos mencionar las precipitaciones y la temperatura. Mientras para las primeras se sugiere instalar un feedlot en regiones de menos de 600 mm al año; por el lado de la temperatura, se sugiere que se trate de climas templados sin temperaturas extremas, tanto frío como calor.

Con respecto a la protección del agua superficial y subterránea, la directiva es que la napa freática esté, como mínimo, a 1 m de profundidad. Pero esto depende del tipo de suelo. Si cuenta con una textura gruesa (más bien arenosa) se considera que debería ser mayor o se debería instalar algún sistema de impermeabilización y recolección del lixiviado (como

geomembranas o bentonita compactada). Por el contrario, si el horizonte subsuperficial es muy compactado se podría aceptar una profundidad menor. En términos generales, hay que considerar el mínimo valor histórico conocido como indicador.

Además, se recomienda una pendiente de entre 1 y 4 por ciento (1 metro de declive cada 100 metros de largo), para permitir el escurrimiento natural de los desechos. A los fines de proteger los cursos de agua superficiales y subterráneas, se sugiere no emplazar una instalación a menos de 1 km de distancia de ríos, arroyos o lagunas o toma de agua para bebida humana (pozos). En el caso de establecimientos grandes (de alrededor de 5000 cabezas) lo ideal sería considerar una distancia mayor, de por alrededor de 5 km.

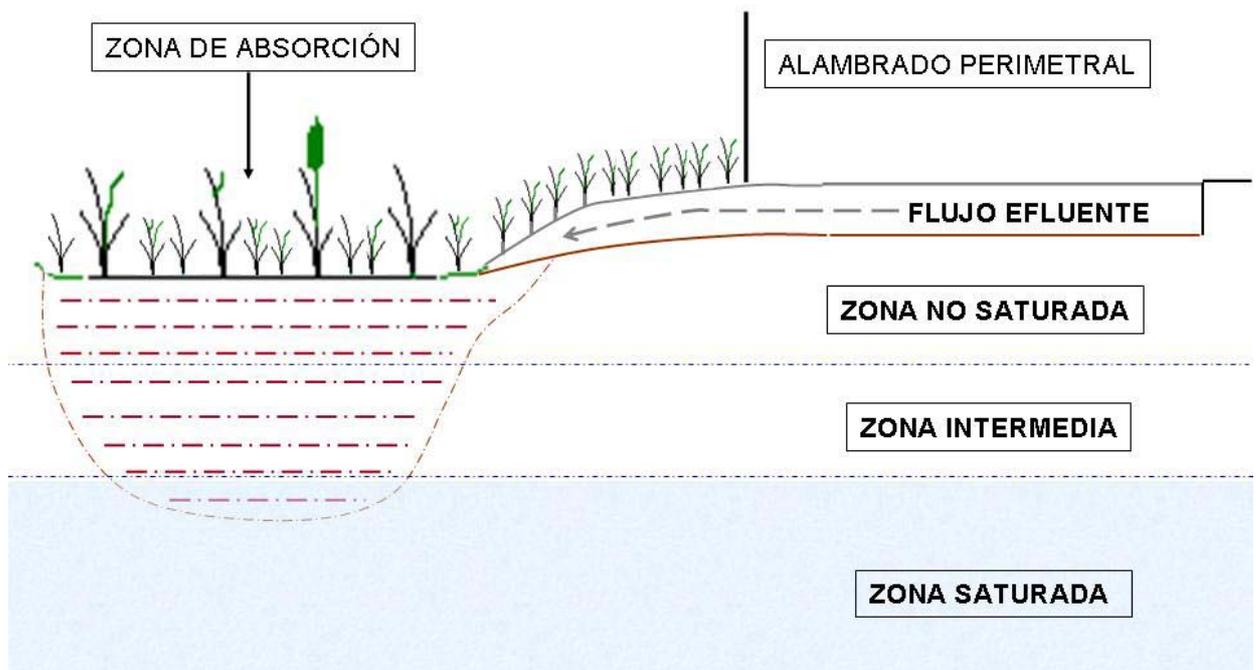
Las condiciones de manejo se refieren en este caso, primordialmente a la cantidad de animales o dicho de otra forma, a la densidad de los mismos. Las recomendaciones generales plantean una densidad razonable alrededor de 12,5 m² por animal. En ningún caso este valor debería ser menor de 9 m² por animal, ya que podría traer problemas sanitarios al rodeo por la concentración de estiércol y orina. Esto a su vez incrementa la presión sobre el suelo y el agua subterránea.

“De acuerdo a Smith et al. (1987), una de las fuentes de contaminación por coliformes más importantes son los sitios donde se acumula estiércol, como por ejemplo las pasturas bajo pastoreo intensivo, feedlots, y zonas de bebedero animal” (Perdomo et al., 2000). De hecho, en el mismo informe de investigación uruguayo se menciona que los “mismos autores observaron que el incremento en el número de CF (Coliformes Fecales) en el agua estaba positivamente asociado a la presión de pastoreo y a la presencia de feedlots en la cuenca de drenaje”.

Otros autores también coinciden en que los principales “impactos en el ambiente provenientes de la actividad ganadera intensiva a corral, corresponden al causado por los efluentes que se originan (...) a raíz de las precipitaciones, y al causado por el manejo de las excretas de los animales, en y fuera de los corrales. El engorde a corral genera grandes cantidades diarias de residuos orgánicos (grandes consumidores de oxígeno), con importantes aportes de nitrógeno y fósforo, además de patógenos, que vehiculizados por el agua pueden producir enfermedades en las personas. Todos pueden constituir peligro potencial de contaminación del suelo, los cursos de agua superficiales y subterráneos por escorrentías y filtraciones (...)”

En el caso bajo estudio, la napa freática como mencionamos en el punto 3. Antecedentes, es muy superficial y si le sumamos que el suelo es poroso y no tiene problemas de conductividad hidráulica, esto determina que el acuífero libre sea especialmente vulnerable a la contaminación superficial del suelo. Como lo muestra la Figura 8, el efluente del feedlot termina en el potrero contiguo al corral, donde el líquido es absorbido por el suelo.

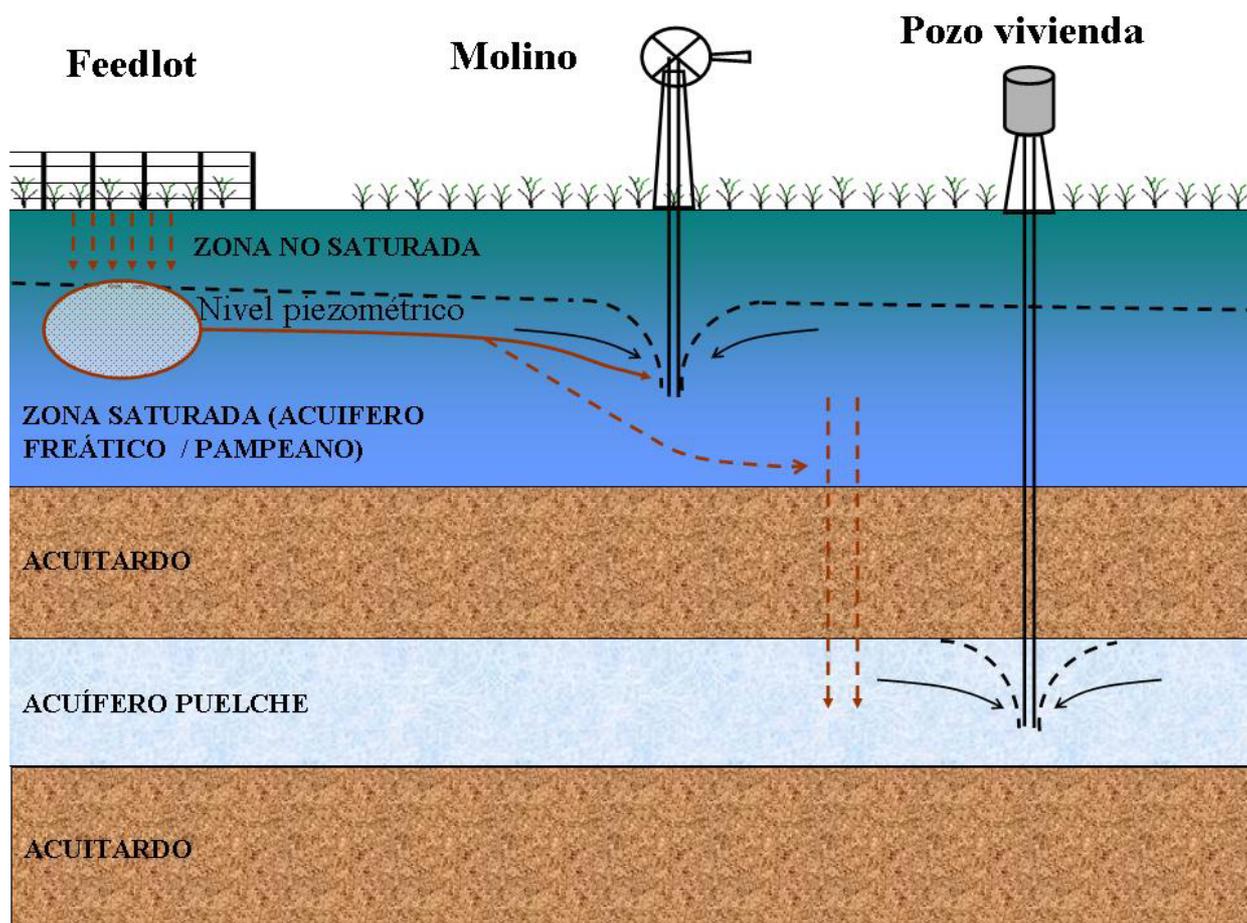
Figura 8: Perfil de la zona de descarga



Fuente: Elaboración propia.

Por gravedad comienza su migración descendente, atravesando la zona no saturada (o de aireación) y la intermedia, hasta alcanzar la zona saturada (Fig. 8). En cuanto se dispersan en la napa, los elementos contaminantes empiezan a migrar junto con el flujo natural del acuífero en sentido horizontal siguiendo la pendiente del subsuelo.

Figura 9: Dinámica de los flujos hidrogeológicos



Fuente: Elaboración propia.

El molino del cual fue tomada la Muestra I se encuentra situado 100 m aguas abajo de la zona de absorción, como vemos en la Figura 9. Es importante destacar que unos 150 metros aguas abajo se encuentra el pozo absorbente (o pozo ciego) de la vivienda más próxima.

El moderado volumen de extracción del molino, sumado al bajo volumen de descarga del pozo ciego y la dirección en contra de la pendiente, determinarían que este último no afecta la calidad del agua de la napa freática extraída por el primero (Muestra I). Es por esto que se ha descartado esta fuente potencial de contaminación, única aparte del feedlot, en el área de influencia del mencionado pozo de extracción.

Es muy difícil que en condiciones naturales, el acuífero Puelche reciba de la napa freática aportes significativos de agua. La única razón que podría provocar un flujo descendente

acelerado es la sobreexplotación del acuífero por el bombeo (fig. 9), así como eventuales fallas en el encamisado del pozo. Resulta evidente por los resultados de la Muestra III que estas condiciones aún no se dieron y que el Puelche no muestra signos de haber sido afectado por la contaminación superficial.

A pesar de que se ha confirmado la contaminación por parte del feedlot, la baja densidad de animales (25 por m²), hace que la alteración de la calidad del agua se encuentre circunscripta a un área menor. Además, gracias a la baja explotación del acuífero, la migración vertical de los elementos contaminantes no ha sido aún detectada.

7. CONCLUSIÓN

El Ing. Agr. Francisco Santini, especialista del INTA afirma al analizar las desventajas del engorde a corral que “el Feedlot integrado al sistema pastoril no tiene desventajas evidentes. Los problemas se presentan en sistemas muy intensificados y son de tipo ambiental. Cuando se intensifica, y aumenta la densidad de animales en un lugar relativamente chico se puede contaminar el ambiente. Como ejemplo podemos decir que en un Feedlot tipo americano, que hay algunos en el país, que acumulan 10.000 o más animales en poco terreno, la concentración de heces, y sobre todo de orina, provocan un impacto ambiental severo. La cantidad de nitrógeno y fósforo que los animales producen y eliminan por orinas y heces pueden percolar a los acuíferos y producir contaminación de las napas freáticas”.

Si bien los valores arrojados por el análisis físico-químico no son concluyentes, siguen la línea de los obtenidos por otros trabajos de investigación consultados y mencionados durante el desarrollo de este trabajo. Pero en el caso de las determinaciones microbiológicas detectadas en la muestra de agua extraída del pozo más próximo al feedlot, sí lo son.

Podríamos entonces inferir que, a pesar de que las condiciones de la evacuación hacia una zona de absorción herbácea y la baja densidad de animales del caso analizado podrían haber atenuado la contaminación química, no lograron contener a la bacteriológica.

Los resultados parecen entonces indicar que esta instalación estaría originando una alteración en la calidad del agua de la napa freática, haciendo evidente la contaminación producida en dicho acuífero. En este sentido, la escasa profundidad del acuífero libre o napa freática y la alta permeabilidad del suelo de la zona de estudio, sumados a las importantes lluvias de la región, convierten a los feedlots en un riesgo evidente para un recurso tan valioso y esencial como es el recurso hídrico subterráneo.

Como se mencionó con anterioridad, el agua extraída de dicho acuífero en la actualidad sólo afectaría el abastecimiento de bebida para los animales, lo cual merecería estudios complementarios, pero no implicaría un riesgo para la salud de los empleados rurales y de las demás personas que habitan en el establecimiento.

Por otro lado, hasta el momento de realizado este trabajo, el acuífero Puelche, del que sí se extrae agua para consumo humano, no demostraba signos de haber sido afectado por la contaminación fecal originada en el feedlot. Por lo tanto, la salud de la población rural del establecimiento tampoco se encontraba comprometida en este aspecto.

Sin embargo, como mencionamos anteriormente, una excesiva explotación del mencionado acuífero, o una perforación mal realizada, podría poner en riesgo esta fuente de agua potable muy vulnerable, con el consiguiente riesgo de contraer enfermedades por parte de los habitantes del lugar.

Con el fin de prevenir que esto suceda, se elaboró una serie de recomendaciones que fueron presentadas a los propietarios del establecimiento para su evaluación. Las mismas consistieron en: **i)** la reubicación del feedlot a una mayor distancia de las viviendas, **ii)** el mantenimiento de la baja densidad actual de animales en dichos corrales, **iii)** la capacitación del personal para prevenir que ingieran agua contaminada conforme Art. 49 inc. a) del Anexo I del Decreto 617/97, y **iv)** el monitoreo mediante muestreos semestrales con el fin de controlar la evolución de la contaminación existente, y de esta manera analizar el impacto real del engorde a corral conforme el transcurso del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alley, W.M.; Reilly, T.E. and Franke, O.L.; *Sustainability of Ground-Water Resources*; U.S. Geological Survey, Information Services; Denver, Colorado; 1999.
<http://pubs.usgs.gov/circ/circ1186/>; Fecha de consulta: 14/04/09.
- Andriulo, Adrián; Sasal, Carolina; Améndola, Catalina y Rimatori, Fernando; *Impacto de un sistema intensivo de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua*; INTA, Argentina, Estación Experimental de Pergamino; 2003;
http://produccionbovina.com.ar/sustentabilidad/21-impacto_de_un_sistema_intensivo_de_produccion_de_carne.htm; Fecha de Consulta: 25/03/09.
- Bherer, Dominique; *L'élevage hors-sol : contre nature et agriculteurs*; Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod-porcine/documents/MEMO2.pdf>; Fecha de consulta: 09/08/07.
- Bomben, A.M.; Canoba, A.C. y López, F.O.; *Determinación de radón en agua: comparación de diferentes métodos de medición*; Autoridad Regulatoria Nuclear Argentina; Presentado en el IV Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear. La Habana, Cuba, 19-23 octubre 1998. <http://200.0.198.11/MenoriaT/Pi67.pdf>; Fecha de consulta: 23/05/09.
- Cartolano, Jorge Alberto; *Proyecto de ley: Que no puedan Instalar Corrales "Feed Lot"*; <http://www.marceloelias.com/bloque110.html>; Fecha de consulta: 14/03/06.
- Comité Científico sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (ONU); *Radiofísica sanitaria*; Apunte de Cátedra, Posgrados UCA; Buenos Aires, 2004.
- Curcio, Omar y Pugliese, Fabián; *Informe napas freáticas (Actuación 6157/02)*; Defensoría del Pueblo de la Ciudad de Buenos Aires, Oficina del Defensor Adjunto Gustavo Lesbegueris; Buenos Aires; 2002.
- El popular de Olavarría. *Feed lots: la ordenanza aprobada por el HCD impone nuevas reglas*. 19 de diciembre de 2008. <http://www.agromeat.com/index.php?idNews=80846>. Fecha de consulta: 15/04/2009.

- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; *Principales Ordenes, Subordenes y Grandes Grupos de Suelos Presentes en las Regiones Secas de la República Argentina (Soil Taxonomy, 1979)*, <http://www.fao.org/ag/agl/agll/lada/arg/Archivos/04%20-%20Recursos/suelo.htm#MOLISOLES>; Fecha de consulta: 25/04/09.
- Gil, Susana B.; *Sistema de producción de carne bovina: Engorde Intensivo (Feedlot). Elementos que intervienen y posibles impactos en el Medio Ambiente*; <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=685>. Fecha: 23/11/05.
- Graham, Jamie; Blackwood, Ian; House, Jeffrey; McKiernan, Bill; Walker, Belinda; *Opportunity lot feeding of beef cattle, Chapter 4: Establishing the feedlot*, 16 Junio 2004. <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/livestock/beef/feed/publications/lotfeeding/establish>; Fecha de consulta: 25/09/06.
- Gutierrez, Graciela Beatriz. *Proyecto de ley. Regulación de los Sistemas Intensivos y Concentrados de Animales (Feed Lot)*. 2 de marzo de 2007. <http://www1.hcdn.gov.ar/proyxml/expediente.asp?fundamentos=si&numexp=0115-D-2007>. Fecha de consulta: 30/04/2009
- Heath, Ralph C.; *Basic Ground-Water Hydrology*; U.S. Geological Survey, Information Services; Denver, Colorado; 2004. <http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2220/>; Fecha de consulta: 05/04/09.
- Lenoir, Christian; Tornari, Gerardo; *Contaminación y tratamiento de suelo*; Apunte de Cátedra, Posgrados UCA; Buenos Aires, Octubre 2004.
- Manahan, Stanley E.; *Soil environmental chemistry*; Environmental Chemistry; Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.
- Mondaca J., María Angélica; Campos A., Víctor; **Capítulo 13. Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales**; Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas / LIBRO DIGITAL; Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA-CYTED) y Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIRA-UAEM); México; 2003.

<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/contenido/capitulo13.html>; Fecha de consulta: 22/05/09.

- Organismo Regulador de Aguas Bonaerenses – Subsecretaría de Servicios Públicos *Evaluación Ambiental Estratégica, Sector Saneamiento*; Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires; Mayo 2004.
- Perdomo, C. H., Casanova O. N. y Ciganda V. S.; *Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral sudoeste de Uruguay*; Agrociencia (2001) Vol. V N° 1 pág. 10-22.
- Pordomingo, Anibal J.; *Gestión ambiental en el feedlot, Guía de buenas prácticas*; INTA Anguil; La Pampa, Argentina; 2003.
<http://www.inta.gov.ar/anguil/info/otras/feedlot/feedlot.pdf>; Fecha de consulta: 12/04/07.
- Santini, Francisco; *¿Sistema pastoril o Feedlot?*; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce; Agosto 2003.
http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/pasto_feedlot.htm; Fecha de consulta: 25/04/09.
- Winter, Thomas C.; Harvey, Judson W.; Franke, Lehn O.; Alley, William M.; *Ground Water and Surface Water, A Single Resource*; U.S. Geological Survey, Information Services; Denver, Colorado; 1998. <http://pubs.usgs.gov/circ/circ1139/>; fecha de consulta: 14/04/09.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer muy especialmente al establecimiento Santa María por la colaboración en la realización del presente trabajo. Además, quiero agradecer a la Dra. Geneviève de Mahieu por su dirección y colaboración en este proyecto.

ANEXO I – SEGURIDAD RADIOLÓGICA

INTRODUCCIÓN

Habiendo sido evaluadas la contaminación química y biológica, y analizados sus riesgos potenciales para la salud humana, hemos considerado conveniente abordar un tercer tipo de contaminación que es susceptible de sufrir un acuífero: la radiológica.

A pesar de que la medición de la contaminación radiológica en el agua no es tan sencilla como la de otros tipos de contaminación contempladas en el presente trabajo, la potencial existencia de elementos radioactivos en el agua subterránea, capaces de poner en riesgo una fuente de agua de bebida humana y animal como la considerada en el presente trabajo, justifica el análisis aunque más no sea teórico de la cuestión.

Esta consideración es particularmente importante si consideramos que la irradiación puede producirse de dos maneras: la irradiación externa y la interna. Mientras la primera se produce desde objetos que emiten radiación hacia nuestro cuerpo, la irradiación interna se produce por inhalación, ingestión y absorción de partículas cargadas. Estas últimas pueden estar presentes, descartando los tratamientos médicos, en el aire que respiramos, en los alimentos que ingerimos y el agua que bebemos. En el caso de estudio propuesto, apuntamos al agua extraída y luego consumida por los animales y empleados del establecimiento rural.

Muestreo y medición

Para la determinación de radioactividad en una muestra de agua se requiere la utilización de equipos sofisticados de los que no se disponía al momento de realizarse el presente trabajo.

Ante esta imposibilidad, y como se adelantó en la introducción de este anexo, se procederá a evaluar el riesgo de contaminación radiológica del agua subterránea desde un enfoque teórico, pero analizando las condiciones propias del sitio estudiado y sus potenciales implicancias para la calidad del agua.

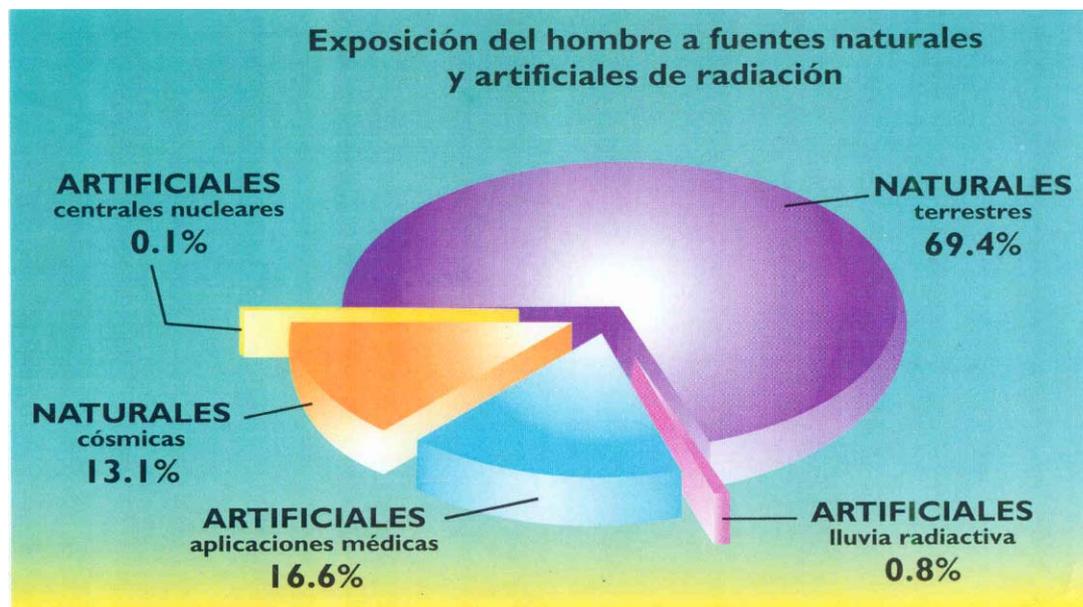
Desarrollo

Fuentes potenciales

Existen dos tipos de fuentes de radiación recibida por la población humana en la Tierra: las fuentes naturales y las fuentes artificiales. A continuación, la Figura I nos muestra la

participación porcentual de las principales fuentes de radiación en relación con la exposición humana.

Figura I – Exposición del hombre a fuentes naturales y artificiales de radiación.



Fuente: Apunte de cátedra “Radiofísica Sanitaria”, Carrera de Especialización en Seguridad, Higiene y Protección Ambiental, UCA, 2004.

Las fuentes naturales son las responsables de la mayor parte de la radiación recibida por los habitantes del mundo y son en su gran mayoría inevitables. ‘A lo largo de toda la historia de la Tierra, la radiación proveniente del espacio exterior y de los materiales de la corteza han afectado a la superficie de la Tierra’ (PNUMA, 1985).

Como podemos apreciar en la Figura I, la participación porcentual de estas fuentes representa el 82,5% de la dosis promedio absorbida per capita y en su mayoría corresponde a la radiación emitida por elementos de la corteza terrestre. La radiación que ingresa desde el espacio en forma de rayos cósmicos, tiene diferentes niveles de incidencia de acuerdo a la latitud y a la altitud, y representa el 13,1 % de la radiación recibida de fuentes naturales y artificiales. Por lo tanto, el mayor aporte proviene de la corteza terrestre.

Con respecto a las fuentes artificiales representan la porción restante del 17,5% y su principal origen son las aplicaciones médicas, ya sea por prácticas de diagnóstico (radiografías, tomografías computadas y resonancias magnéticas) y de tratamiento (terapias con Yodo y quimioterapia).

En el área de estudio no existen fuentes artificiales de radiación, como centrales nucleares, centros de tratamiento médico de alta complejidad con equipamiento de diagnóstico y tratamiento de estas características, ni un repositorio o centros de almacenamiento o tratamiento de residuos radioactivos. Por lo tanto, de existir contaminación radioactiva, deberíamos considerarla proveniente de fuentes naturales.

Vulnerabilidad del acuífero

Como vimos en el apartado de 7. Discusión del cuerpo principal del informe, la vulnerabilidad del acuífero semi-confinado (Puelche) en esta zona está directamente ligada a la calidad de los materiales en que está contenido y los que atraviesa en su flujo horizontal, siguiendo la pendiente del sustrato. Por su parte, la calidad del agua del acuífero libre o napa freática depende de la composición original del agua que lo recarga más los materiales que se disuelven en su migración vertical. El flujo horizontal, también determina la calidad de esta fuente de agua, en particular en la extracción mediante pozos de bombeo. En este sentido, la posibilidad de que se encuentren elementos radiactivos parecería quedar ligado exclusivamente a la presencia de gas radón disuelto en el agua. “El radón viene de la desintegración natural de minerales radiactivos como el uranio o el radio. El radón puede encontrarse en altas concentraciones en tierras y rocas que contengan uranio, granito, esquistos, fosfatos y en pechblendas” (Solórzano del Río, 1998).

“Las dosis de radiación suministradas por el radón contenido en las aguas potables, se deben en parte a la ingestión, pero sobre todo, a la inhalación del radón y sus productos de decaimiento, cuando el gas radón es liberado del agua debido al uso de la misma, y en este caso influyen factores tales como la agitación y el calentamiento. (...) Altas concentraciones de radón en agua de pozo fueron detectadas, (...) asociadas a determinaciones de radón en aguas provenientes de pozos profundos perforados en áreas de características graníticas” (Bomben et al., 1998). Sin embargo, no se han encontrado valores importantes para agua de pozos poco profundos y de sustratos de origen sedimentario como es el caso de las muestras estudiadas.

Conclusión

Dado que no existe una fuente de contaminación radioactiva artificial y que no hay razón para pensar que los sustratos de suelo por los que pasa el agua de los dos acuíferos contienen elementos radiactivos de consideración, descartamos la posibilidad de que este tipo de contaminación afecte a las estructuras hidrogeológicas de la zona y por lo tanto de las muestras relevadas. Por esto, consideramos despreciable el aporte a la dosis efectiva recibida por los habitantes del establecimiento agropecuario, del agua subterránea consumida.

ANEXO II – INFORMES DEL LABORATORIO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

Muestra N°: 92674

Protocolo N°: 77465

Señores: VALDES MT, MS Y ENRIQUE RAFAEL

Fecha de Recepción: 16/08/05

Descripción de la muestra: Agua. Muestra I

Sector de extracción de la muestra: -----

Sub-sector de extracción de la muestra: -----

Identificación de la muestra: -----

Método de conservación: Refrigerado

Observaciones: -----

Muestra tomada: Por el interesado

Análisis realizado: 16/08/05

Finalizado: 24/08/05

Método de análisis: APHA

Expresión de los resultados: -----

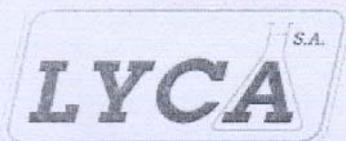
Rto. Aerobios totales 37°C	1200 UFC/ml
Coliformes totales.	490 bact./100 ml
Escherichia coli	< 1 bact./100 ml
Pseudomonas aeruginosa	< 1 bact./100 ml

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS SE REFIERE A LA MUESTRA REMITIDA

RESULTADO DEL ANÁLISIS: NO APTA CONSUMO SEGUN CAA.

Recomendaciones según resultado: LIMPIEZA DEL RESERVOIRIO Y NUEVO ANÁLISIS

.....
Lic. JORGE R. GIORGI
Director Técnico
Buenos Aires, 25/08/05



ANALISIS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS
LABORATORIO Y CONSULTORA
NIZA 1769 (C1416BOA) Cap. Fed. ARGENTINA
Tel. y Fax: (54-11) 4585-5025 y líneas relativas
E-mail: info@laboratoriolycas.com.ar

ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Muestra N°: 92675

Protocolo N°: 77358

Señores: VALDES MT, MS Y ENRIQUE RAFAEL

Fecha de Recepción: 16/08/05

Descripción de la muestra: Agua.

Sector de extracción de la muestra: -----

Sub-sector de extracción de la muestra: -----

Identificación de la muestra: Muestra I

Método de conservación: Refrigerado

Observaciones: -----

Muestra tomada: Por el interesado

Análisis realizado: 16/08/05

Finalizado: 22/08/05

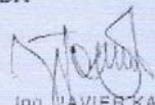
Método de análisis: APHA-Standard Methods(Water)/Kits Merck.

Expresión de los resultados: mg/l

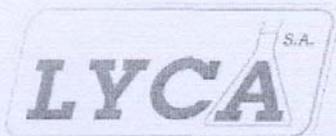
Color(Pt-Co)	2
Olor	0
Turbiedad (UNT)	0.31
pH	7.73
Residuo Fijo	780
Dureza Total	196
Calcio	44
Magnesio	21
Alcalinidad total	451
Cloruros	22
Sulfatos	35.0
Nitratos	<2.2
Nitritos	0.008
Amonio	0.05
Cloro Residual	<0.05
Oxidabilidad	<0.4

OBSERVACIONES: EL ANALISIS SE REFIERE A LA MUESTRA REMITIDA
RESULTADO DEL ANALISIS: APTA para consumo según CAA.

Observaciones: Se refiere a los parámetros analizados.


Ing. JAVIER KATZ
CO-DIRECTOR TÉCNICO

Buenos Aires, 22/08/05



ANALISIS MICROBIOLOGICOS Y FISICO QUIMICOS
LABORATORIO Y CONSULTORA
MZA 1769 - C1416A(16) Cap. Fed. ARGENTINA
Tel y Fax: (54 11) 4435 5026 y lineas relativas
E-mail: info@laboratoriolyca.com.ar

ANALISIS MICROBIOLOGICO DE AGUA

Muestra N°: 92676

Protocolo N°: 77253

Señores: VALDES MT,MS Y ENRIQUE RAFAEL

Fecha de Recepción: 16/08/05

Descripción de la muestra: Agua. Muestra II

Sector de extracción de la muestra: -----

Sub-sector de extracción de la muestra: -----

Identificación de la muestra: -----

Método de conservación: Refrigerado

Observaciones: -----

Muestra tomada: Por el interesado

Análisis realizado: 16/08/05

Finalizado: 22/08/05

Método de análisis: APHA

Expresión de los resultados: -----

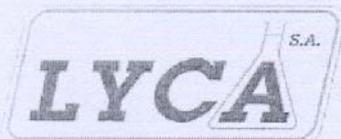
Rto. Aerobios totales 37°C	< 1 UFC/ml
Coliformes totales.	< 1 bact./100 ml
Escherichia coli	< 1 bact./100 ml
Pseudomonas aeruginosa	< 1 bact./100 ml

OBSERVACIONES: EL ANALISIS SE REFIERE A LA MUESTRA REMITIDA

RESULTADO DEL ANALISIS: APTA CONSUMO SEGUN CAA.

Recomendaciones según resultado: ANALISIS DE RUTINA

.....
Lic. JORGE R. GIORGI
Director Técnico
Buenos Aires, 22/08/05



ANALISIS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS
LABORATORIO Y CONSULTORA
NZA 1769 - (C1416BOA) Cap. Fed. ARGENTINA
Tel. y Fax: (54-11) 4585-5025 y líneas relativas
E-mail: info@laboratoriolyca.com.ar

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Muestra N°: 92677

Protocolo N°: 77359

Señores: VALDES MT, MS Y ENRIQUE RAFAEL

Fecha de Recepción: 16/08/05

Descripción de la muestra: Agua.

Sector de extracción de la muestra: -----

Sub-sector de extracción de la muestra: -----

Identificación de la muestra: Muestra II

Método de conservación: Refrigerado

Observaciones: -----

Muestra tomada: Por el interesado

Análisis realizado: 16/08/05

Finalizado: 22/08/05

Método de análisis: APHA-Standard Methods(Water)/Kits Merck.

Expresión de los resultados: mg/l

Color(Pt-Co)	2
Olor	0
Turbiedad (UNT)	0.20
pH	7.75
Residuo Fijo	742
Dureza Total	267
Calcio	39
Magnesio	41
Alcalinidad total	414
Cloruros	37
Sulfatos	38.5
Nitratos	7.4
Nitritos	0.006
Amonio	0.05
Cloro Residual	<0.05
Oxidabilidad	<0.4

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS SE REFIERE A LA MUESTRA REMITIDA
RESULTADO DEL ANÁLISIS: APTA para consumo según CAA.

Observaciones: Se refiere a los parámetros analizados.


Ing. JAVIER KATZ
CO-DIRECTOR TÉCNICO

Buenos Aires, 22/08/05



ANALISIS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS
LABORATORIO Y CONSULTORA
Av. 1190 (C1416BQA) Cap. Fed. ARGENTINA
Tel. y Fax: (54 11) 4585 5025 e líneas relativas
E-mail: info@laboratoriolyca.com.ar

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

Muestra N°: 92678

Protocolo N°: 77249

Señores: VALDES MT, MS Y ENRIQUE RAFAEL

Fecha de Recepción: 16/08/05

Descripción de la muestra: Agua. Muestra III

Sector de extracción de la muestra: -----

Sub-sector de extracción de la muestra: -----

Identificación de la muestra: -----

Método de conservación: Refrigerado

Observaciones: -----

Muestra tomada: Por el interesado

Análisis realizado: 16/08/05

Finalizado: 19/08/05

Método de análisis: APHA

Expresión de los resultados: -----

Rto. Aerobios totales 37°C	1 UFC/ml
Coliformes totales.	< 1 bact./100 ml
Escherichia coli	< 1 bact./100 ml
Pseudomonas aeruginosa	< 1 bact./100 ml

OBSERVACIONES: EL ANALISIS SE REFIERE A LA MUESTRA REMITIDA

RESULTADO DEL ANALISIS: APTA CONSUMO SEGUN CAA.

Recomendaciones según resultado: ANALISIS DE RUTINA

.....
Lic. JORGE R. GIORGI
Director Técnico
Buenos Aires, 19/08/05



ANALISIS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS
LABORATORIO Y CONSULTORA
NIZA 1769 - (C1416BOA) Cap. Fed. ARGENTINA
tel y fax: (54-11) 4685 5025 y líneas rotativas
E-mail: info@laboratoriochea.com.ar

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

Muestra N°: 92679

Protocolo N°: 77360

Señores: VALDES MT, MS Y ENRIQUE RAFAEL

Fecha de Recepción: 16/08/05

Descripción de la muestra: Agua.

Sector de extracción de la muestra: -----

Sub-sector de extracción de la muestra: -----

Identificación de la muestra: Muestra III

Método de conservación: Refrigerado

Observaciones: -----

Muestra tomada: Por el interesado

Análisis realizado: 16/08/05

Finalizado: 22/08/05

Método de análisis: APHA-Standard Methods (Water)/Kits Merck.

Expresión de los resultados: mg/l

Color (Pt-Co)	2
Olor	0
Turbiedad (UNT)	0.26
pH	7.89
Residuo Fijo	700
Dureza Total	196
Calcio	33
Magnesio	28
Alcalinidad total	380
Cloruros	38
Sulfatos	32.0
Nitratos	22.4
Nitritos	0.005
Amonio	<0.05
Cloro Residual	<0.05
Oxidabilidad	<0.4

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS SE REFIERE A LA MUESTRA REMITIDA
RESULTADO DEL ANÁLISIS: APTA para consumo según CAA.

Observaciones: Se refiere a los parámetros analizados.

Ing. JAVIER KATZ
CO-DIRECTOR TÉCNICO

Buenos Aires, 22/08/05

ANEXO III – NORMAS DE TOMA DE MUESTRAS

- AGUAS

ANALISIS QUIMICO

La toma de muestras es una operación que requiere especial atención a fin de que la fracción a analizar represente realmente al material en estudio. De lo contrario, pueden producirse cambios químicos y biológicos o contaminaciones antes de la llegada al Laboratorio, que afecten los resultados e induzcan a conclusiones erróneas.

Las normas generales son las siguientes:

1 - ENVASE

- Utilizar un **envase común de aproximadamente 1 litro**, de vidrio o plástico, bien limpio, que no tenga olor ni residuos ajenos al agua. Se prefieren envases plásticos por su menor peso, resistencia a la rotura y menor reacción con los iones del agua. En caso de aguas para RIEGO, se requiere envase PLASTICO (debido al análisis de BORO). - **Enjuagarlo 3 veces** con el agua que se desea analizar.
- Llenarlo con 1 litro aprox. y cerrarlo herméticamente.

2 - LUGAR DE MUESTREO

Según la procedencia del agua, considerar lo siguiente:

a) Pozos en servicio: Dejar correr como mínimo 10 MINUTOS antes de llenar el envase para eliminar el agua estancada. Si ha estado fuera de uso durante algún tiempo, extraer luego de 1 HORA de BOMBEO.

Tomar directamente de la cañería ascendente o grifo inmediato al pozo, evitando depósitos intermedios, a menos que se requiera alguna investigación sobre los mismos. Considerar que en los tanques y bebederos de hacienda, el agua puede sufrir cambios con respecto a su origen por evaporación (especialmente en verano) o por actividad microbiológica.

b) Pozos nuevos: Extraer luego de VARIAS HORAS de BOMBEO, o mejor aún, varios días de bombeo, en forma similar al caso anterior.

c) Aguas superficiales en movimiento (ríos, arroyos, canales): Tomar en lugares donde la CORRIENTE sea NORMAL, evitando la costa, remolinos o remansos. Omitir materias extrañas flotantes (algas, plantas, etc.). Sumergir el recipiente mediante pinzas unos 20 cm POR DEBAJO DE LA SUPERFICIE dirigiendo la boca en contra de la corriente.

d) Aguas superficiales en reposo (lagos, represas, embalses): En estudios básicos, tomar en el centro del cuerpo de agua, a media profundidad, moviendo el recipiente en semicírculos. No muestrear en las orillas y evitar poner en suspensión depósitos sedimentados.

En estudios de mayor detalle, deberían establecerse varios puntos de muestreo, y en cada uno de ellos, tomar muestras a varias profundidades. Luego mezclar para obtener una muestra promedio.

En las aguas superficiales también puede extraerse en los lugares donde eventualmente se piense instalar una cañería de bombeo u otra forma de extracción.

3 - FRECUENCIA DE ANALISIS

El análisis proporciona una idea de la composición media de una fuente de agua. En algunos casos puede haber factores que originen cambios significativos (condiciones meteorológicas, cantidad de agua extraída, desechos industriales, etc.). Entonces debe recurrirse a análisis frecuentes, cuyo número depende de los factores en cuestión.

En las Aguas Superficiales o de Manantiales, es difícil obtener una muestra representativa promedio, ya que su composición varía considerablemente a lo largo del año. En estos casos, en un estudio preliminar, deben realizarse varias tomas abarcando las condiciones extremas., p. ej. , en épocas de estiaje y crecida, o según los períodos de lluvias. En base a estos resultados, se establece el sistema de monitoreo apropiado para cada cuerpo de agua en particular.

4 - IDENTIFICACION y DATOS COMPLEMENTARIOS

- Rotular la muestra con etiqueta o marcador resistente al agua.
- Adjuntar una PLANILLA reseñando el mayor número de circunstancias sobre el origen del agua y detalles que puedan influir en su diagnóstico de aptitud. Por ej.:

1. Propietario- Establecimiento

2. Localidad
3. Fecha y hora extracción de muestra
4. Origen (subterráneo o superficial)
5. Cercanía a pozos negros o industrias
6. Napa - Profundidad
7. Destino (bebida humana; ganado -especie-; riego).
8. Inconvenientes en personas o animales que la consumen.
9. Para Riego: Características del suelo a regar (permeabilidad/ salinidad /Sodio), Sistema y duración del riego y Cultivos a regar.

5 – ENVIO

Cuanto más corto sea el tiempo transcurrido entre la recolección y el análisis, más fidedignos serán los datos analíticos.

No se ha establecido un “tiempo máximo permisible”, ya que éste varía con la composición de la muestra, los parámetros a analizar y la conservación de la misma. Como NORMA GENERAL, **se recomienda que NO pasen MAS DE 48 hs entre la EXTRACCION y el ANALISIS, y durante ese período mantener la muestra en HELADERA (4 a 10°C) o LUGAR FRESCO y OSCURO.**

ANALISIS BACTERIOLOGICO

La toma de muestras es una operación que requiere especial atención a fin de que la fracción a analizar represente realmente al material en estudio. De lo contrario, pueden producirse cambios químicos y biológicos o contaminaciones antes de la llegada al Laboratorio, que afecten los resultados e induzcan a conclusiones erróneas. Considerar que este análisis es un estudio de “seres vivos” (Microorganismos), los que son sumamente sensibles a la alteración de sus condiciones normales de vida.

1 - FRECUENCIA y EPOCA

Se recomienda realizar este análisis por lo menos una vez por año. El momento ideal es a fin de primavera- principio de verano, por mayor desarrollo de microorganismos y mayor consumo de agua por las personas. En las aguas rurales, también es indicado luego de períodos lluviosos e inundaciones, por mayor probabilidad de filtraciones y contaminación de las napas subterráneas.

2 – ENVASE

Utilizar un FRASCO PLASTICO ESTERILIZADO para análisis biológicos, de capacidad 250 cm³, de los que se proveen normalmente en farmacias.

3 - IDENTIFICACION y DATOS COMPLEMENTARIOS

- Rotular la muestra con etiqueta o marcador resistente al agua.
- Completar la PLANILLA, reseñando el mayor número de datos posibles sobre el origen del agua y detalles que puedan influir en su diagnóstico y recomendaciones.

4 – ENVIO

- NO DEBEN PASAR MAS DE **24 HS.** entre la toma de muestra y la llegada al Laboratorio. Cuanto MENOR TIEMPO hay entre la EXTRACCION y el ANALISIS, más fidedignos son los resultados analíticos.
- En todo momento, la TEMPERATURA del agua debe mantenerse **EN FRIO**, entre 4 y 10°C.
- Mientras no se viaja..... en HELADERA COMUN.
- Durante los traslados..... en CONSERVADORA de TELGOPOR con refrigerante (tipo vacunas) o cubitos de hielo, cuidando que los mismos no apoyen sobre el frasco.

5 - FORMAS DE EXTRACCION

Según la procedencia del agua, considerar las reglas siguientes:

A) GRIFO SITUADO EN LA RED DE DISTRIBUCION

1 - LIMPIAR EL GRIFO

- Elegir un grifo que esté conectado directamente con la cañería principal de distribución, evitando aquellos que estén en puntos muertos (salvo que se quiera examinar alguna situación especial).
- Quitar los tubos de goma u otros destinados a evitar salpicaduras.
- Con una tela limpia, frotar la boca del grifo para quitar cualquier suciedad que pueda haber en la parte interna del orificio.

2 - ABRIR EL GRIFO

- Dejar salir agua a **flujo máximo** durante 2 ó 3 minutos.
- Cerrar para esterilizarlo.

3 - ESTERILIZAR EL GRIFO

- **Esterilizar** el grifo durante 1 a 3 minutos calentándolo con la llama de un hisopo de algodón embebido en alcohol, una lámpara de soldar o encendedor.

4 - ABRIR EL GRIFO ANTES QUE EL ENVASE

- **Abrir el grifo** cuidadosamente para enfriarlo, permitiendo que el agua fluya durante 1 ó 2 minutos a flujo medio.

5 - ABRIR EL ENVASE ESTERILIZADO

- Mientras fluye el agua según el paso anterior, **quitar la envoltura plástica** del frasco. Conservarla.
- **Sosteniendo el frasco por la parte inferior**, destapar con cuidado.
- Mantener la **tapa siempre en la mano y hacia abajo** (para no contaminar con polvo portador de microorganismos), y evitar el contacto de los dedos con la boca del frasco.

6 - LLENAR EL ENVASE

- Colocar el envase debajo del chorro y llenarlo, dejando un pequeño espacio de aire. Tapar y colocar la envoltura plástica.

B) GRIFO SITUADO EN LA CAÑERÍA DE UN POZO SEMISURGENTE

- Puede tratarse del grifo de una bomba accionada a mano, molino o motor. Conviene elegir un **GRIFO que esté comunicado con la cañería ascendente del pozo**, salvo que por circunstancias especiales se desee considerar algún depósito intermedio, (tanque elevado del molino, depósito de reserva, etc.)
- Cuando se examinen aguas de pozos semisurgentes, extraer muestras cuyas características bacteriológicas correspondan exactamente a las aguas de pozo. Así, por ejemplo, si el ante-pozo se encuentra en malas condiciones de higiene, esto influirá en los resultados del examen y ellos no indicarán fielmente la calidad del agua. Debe tratarse que exista el menor número de intermediarios entre la toma y el caño de subida del pozo.
- Si el **POZO** es de **USO CONTINUO**, basta dejar correr el agua durante **MEDIA HORA**.
- Si el **POZO** es de **POCO USO** o está **FUERA DE SERVICIO** dejar salir agua durante **MINIMO 5 HORAS**, o mejor aún, hacer funcionar **VARIOS DIAS**.
- Procedimiento: Para la toma de muestras, proceder como en el ítem anterior (a).

C) RIOS, ARROYOS, LAGOS, RESERVAS o ESTANQUES

- En **CURSOS DE AGUA**, evitar extraer muestras en lugares afectados por aportes accidentales de otros cursos o descargas de líquidos cloacales o industriales, salvo que se trate de estudiar específicamente a los mismos.
- En **RESERVAS O ESTANQUES**, extraer lejos de la costa y cerca del conducto de salida, para máxima representatividad.
- Procedimiento:
 - 1 - Quitar la envoltura plástica del frasco y destaparlo, manteniendo la tapa en la mano y hacia abajo, cuidando que no toque ningún objeto durante la extracción.
 - 2 - Tomar el frasco por el medio, mediante una pinza de brazos largos y preferiblemente esterilizada con la llama de un hisopo de alcohol o lámpara de soldar. Sumergirlo rápidamente hasta unos 20 cm de profundidad, llenándolo.

Dirigir la boca en sentido contrario a la corriente; si no hay movimiento, imprimir movimientos circulares.

D) ALJIBE O POZO ABIERTO

- Es conveniente utilizar aparatos especiales. En su defecto, puede usarse un balde metálico.

- Procedimiento:

1 - Lavar perfectamente el interior y el exterior de un balde.

2 - Volcar en el interior del balde el contenido de un vaso de alcohol de quemar y encender. Mientras arde, tratar de hacer correr el alcohol encendido por las paredes del balde, a fin de esterilizar totalmente la superficie interna. Esterilizar la superficie externa del balde mediante la llama de un hisopo de alcohol o lámpara de soldar.

3 - Atar una soga limpia al balde y sumergirlo en el aljibe rápidamente.

4 - Una vez llenado el balde y llevado a la superficie, quitar la envoltura plástica del frasco y destaparlo. Verter en él parte del agua hasta llenarlo, y tapar cuidadosamente, colocando nuevamente la envoltura plástica.

Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo

Instituto de Medio Ambiente y Ecología · IMAE

Rodríguez Peña 770, 2° Piso C1020ADP

Buenos Aires - Argentina

Tel: (011) 4813-0631/1381 int. 2426

E-mail: uds-imaie@salvador.edu.ar

Sitio de Internet: <http://www.salvador.edu.ar/vrid/imaie>



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR