

Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. UNR
Departamento de Bioquímica Clínica
Area Tecnología en Salud Pública
Asignatura Electiva Salud Pública

Agua Subterránea

Análisis de la situación de Piamonte (Sta Fe)

Por: María Fernanda Ponzio

7 de junio del 2006

Índice

Introducción	1
Agua subterránea	7
- El Puelche	9
- Comienzos de su explotación	10
- Situación del Acuífero Puelche hacia 1980	11
- Situación del Acuífero Puelche en la actualidad	11
- Importancia de la preservación del puelche	12
Contaminación del agua subterránea	13
- Fuentes principales de nitrógeno en agua subterránea	18
Importancia de la calidad del agua	26
Control de calidad del agua potable	29
Análisis de la situación de Piamonte	37
- Mapa de la localidad de Piamonte	39
Alternativas de Provisión de Agua Potable	40
Conclusión	43
Anexos	45
Referencias bibliografía	54
Bibliografía	55

Introducción

El hombre puede tomar el agua para su consumo desde distintas fuentes de aprovisionamiento:

- *superficiales*: ríos, lagos, lagunas, arroyos
- *subterráneas*: acuíferos freáticos o piezométricos.
- *meteorológicas*: lluvia, nieve, granizo, etc.

En general la fuente más segura y fácil de provisión de agua son los cursos de agua superficiales, ya que con un previo estudio hidrológico y de calidad se puede asegurar la provisión del recurso en calidad y cantidad.

“En la provincia de Santa Fe son muy pocas las poblaciones abastecidas con agua superficial: Reconquista, Santa Fe, San Javier, Rosario, Fray Luis Beltrán y Coronda; esto se debe que prácticamente el único río que conjuga a nivel aceptable de calidad y seguridad en los volúmenes aportados, es el Río Paraná. Todos los otros ríos que surcan la provincia (Salado, Carcaraña, etc.) no pueden ser utilizados, ya sea por la irregularidad de su caudal o por mala calidad de sus aguas, lo que implica que serían necesarios tratamientos de potabilización que económicamente son inalcanzables en la actualidad.” (1)

El Centro-Oeste santafesino carece de cursos superficiales aptos para este fin, por lo tanto toda la región debe tomar agua subterránea para su consumo, lo que le acarrea diversos y numerosos problemas.

El problema -carencia de cursos superficiales de agua- debe enfocarse desde dos puntos de vista:

- 1) la **calidad natural** del agua
- 2) la **contaminación** que intencionalmente o no realiza el hombre

En cuanto a lo primero podemos afirmar que el agua subterránea en toda la región, en general, es de mediana calidad, tendiente a disminuir con la explotación. Este es un problema generalizado de la llanura pampeana y deviene de las características geomorfológicas de los suelos, en correlación con la hidrología de la zona. Una caracterización físico-química de las aguas de esta región demuestra claramente que casi la totalidad no es apta para el consumo humano, debido a que el contenido de sales o de elementos perjudiciales para la salud es muy elevado.

Este trabajo tiene como **objetivo** presentar un análisis sobre el agua subterránea y su uso para el consumo humano y como bebida en la dieta del ganado bovino.

Su importancia radica en esclarecer un tema que pareciera no tener solución a nivel local ni a nivel provincial a pesar de los intentos políticos para lograr una red de agua potable para abastecimiento de la población y cuya temática es una preocupación con muchas incógnitas para las personas e Instituciones involucradas en la Salud Pública.

Se detallará la información conceptual respecto a la disposición del agua subterránea en las distintas napas y se señalarán cuáles son las características que la definen como útil para el consumo o no.

También se comentarán las distintas formas de contaminación, las disposiciones legales que se establecen para que un agua sea apta para el consumo, los perjuicios que ocasiona para la salud el consumo de agua no potable, y cuál es la metodología a seguir para un correcto análisis, según lo recomendado en “Control de calidad de aguas” del Laboratorio de la Dirección General de Saneamiento Ambiental, Ministerio de Salud y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe.

Esta información es aplicada para analizar la situación de Piamonte, localidad ubicada en el centro oeste santafesino (ver figura 1), cuya población es de aproximadamente cuatro mil (4000) habitantes y que a pesar de haber logrado avanzar en otros aspectos, **no posee red de distribución de agua potable; de manera que la única fuente de obtención de agua para la población es a través de pozos domiciliarios.**

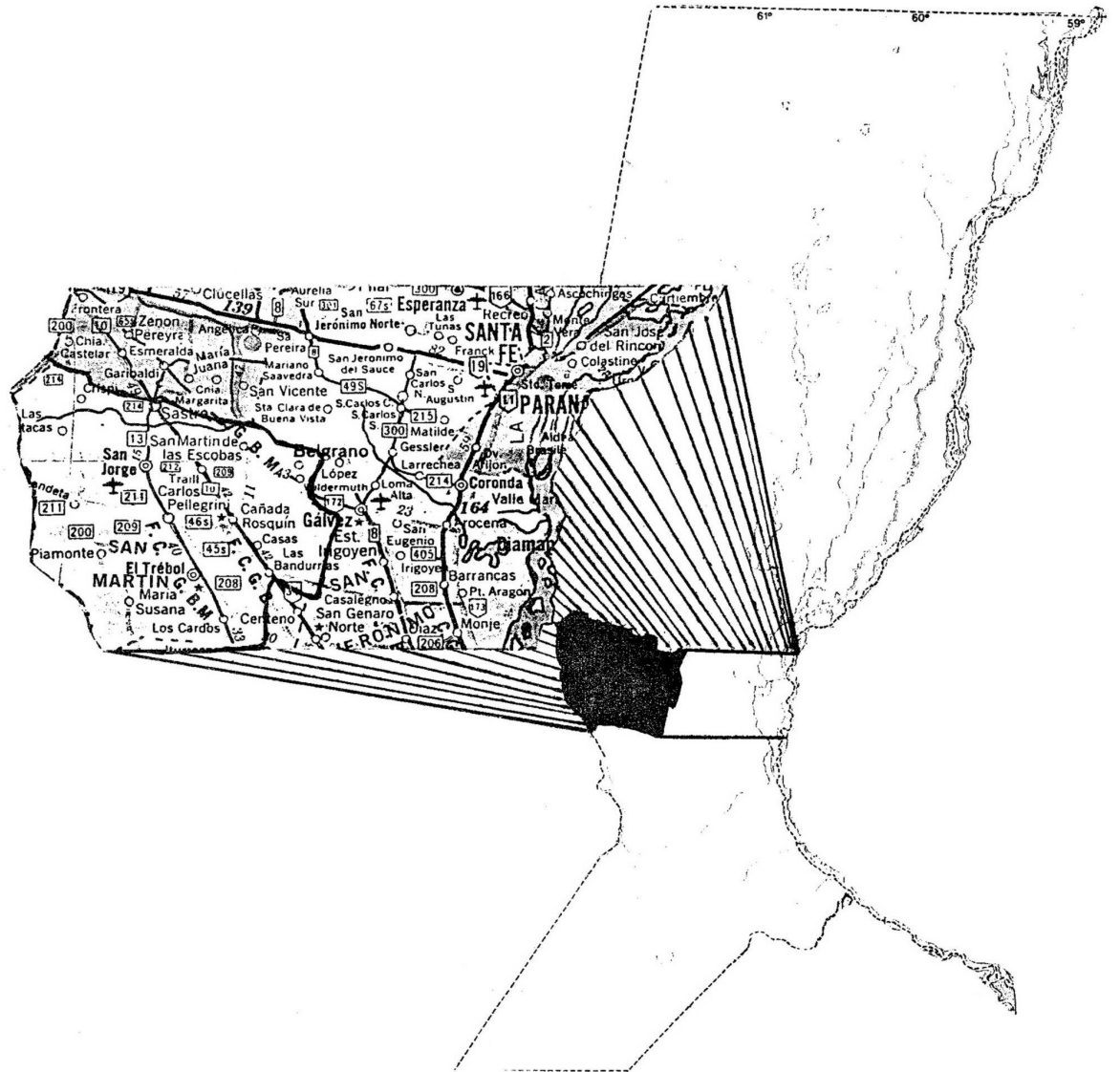


Figura N° 1: localización del Centro-Oeste santafesino.

El agua de pozo era considerada como “segura y confiable” para la mayoría de la población, aunque esta situación cambió debido a distintos hechos, entre ellos la aparición de un brote de Hepatitis A, en el año 2005, que afectó a una gran parte de niños y adultos de la localidad. Esto determinó que, tanto las Instituciones de salud, educación y comunales alertaran a la población sobre como debían tratar el agua de pozo si la utilizaban para beber. Este hecho, entre otros, creó en la población una verdadera preocupación con respecto a la calidad del agua que estaba utilizando para consumo. Esta circunstancia queda fehacientemente demostrada por la gran cantidad de personas que, aun hoy, llevan a analizar el agua de sus casas y de sus campos al Laboratorio de Análisis Químicos y Bacteriológicos de Agua que funciona en el

Colegio Secundario de la localidad gracias a un aporte de Rotary Internacional , y que justamente, se instaló con el fin de brindar a la población , un servicio gratuito que le permitiera conocer la calidad del agua que consume.

Características de Piamonte

Breve reseña histórica

Se toma como fecha de su fundación la de la aprobación de la traza (como era costumbre). El dueño de las tierras ordenaba la medición del terreno, luego sometía el plano a la aprobación del Poder Ejecutivo provincial, dicho plano por lo general era de una colonia, dentro de ella se formaba un pueblo, delimitando las zonas de chacras y de manzanas para los habitantes, con calles reglamentarias.

Siguiendo dichas normas don Julián de Bustinza, recibe la aprobación de la traza de Piamonte el 13 de diciembre de 1886. Los primeros pobladores fueron inmigrantes venidos, en su mayoría del Piemonte (Italia). Se dedicaron al trabajo de la tierra. Las primeras autoridades locales fueron elegidas en el año 1899.

Las características del pueblo son las comunes a aquellas de una comunidad que depende del trabajo y explotación de la agricultura. Con predominio de cultivos de trigo, soja y maíz.

Educación

- Jardín de Infantes N° 125 desde 3 años hasta completar el nivel inicial cuenta con aproximadamente 200 alumnos.
- La Escuela primaria comienza a funcionar en 1890. Actualmente tiene unos 390 alumnos.
- Las Escuelas primarias rurales fueron creadas en 1935. Actualmente hay dos y concurren a ella un número reducido de alumnos, que cursan desde el jardín de infantes hasta el noveno año de la EGB III.
- La Escuela Secundaria Privada con orientación comercial fue creada en 1960. En la actualidad tiene EGB III y Educación Polimodal con dos modalidades: Economía y Gestión de las Organizaciones y Ciencias naturales. Actualmente cuenta con 90 alumnos en EGB III y 90 alumnos en Educación Polimodal.

- CECLA N° 6694 Centro Educativo de Capacitación Laboral para Adultos.
- CENPA Centro Educativo Nocturno para Adultos.
- Tiene una biblioteca, Biblioteca Popular “San Martín” fundada en 1937. Está reconocida por el CONABIP (Comisión Nacional Protectora de Bibliotecas Populares) hace más de 10 años. Actualmente cuenta con 9000 libros y 600 videos aproximadamente. Tiene alrededor de 400 lectores.

Deportes y Recreación

- El Club deportivo se originó en 1911 y se practican diversos deportes.

Salud

- La salud está cubierta con la creación de un Hospital en 1949 que funciona actualmente como S.A.M.Co.

Culto

- Predomina el culto católico y hay minorías de otras religiones.

Comunicaciones

- Ruta provincial 20 - Cooperativa telefónica - Correo Argentino - Televisión por cable - Emisora de FM.

Población

- En el primer cuarto de siglo: población urbana 1.400 y población rural 1.500. El último censo dio 4000 habitantes incluyendo las dos poblaciones con amplio predominio de la población urbana.

Servicios

- No posee red de distribución de agua potable, de manera que el abastecimiento de la misma es por perforaciones subterráneas domiciliarias.

- Solamente el radio céntrico tiene servicio de desagües cloacales, mientras que la periferia utiliza pozos ciegos, con el consecuente riesgo de contaminación de los acuíferos.

Principal actividad

- La zona rural circundante hace unos años era agrícola-ganadera pero en la actualidad, se ha transformado, debido a las políticas económicas, en casi exclusivamente agrícola, lo que trajo aparejado un aumento en el uso de pesticidas y fertilizantes orgánicos.

Agua subterránea

El agua subterránea tiene el mismo origen que el resto del agua dulce: **la lluvia**. Todos los suelos son permeables en mayor o menor medida, debido a que las capas de suelo que reciben el agua no son uniformes, las que tienen alto contenido de arenas son muy permeables, las que tienen mucha arcilla presentan menor infiltración. Una parte de la lluvia se infiltra y es absorbida pero no en forma pareja sino estratificada en mantos o capas sucesivas. La masa de agua que se infiltra en el suelo, según las características del terreno, podrá:

- atravesar rápidamente las capas arenosas,
- acumularse,
- infiltrarse a baja velocidad o,
- correr lentamente en el sentido de la pendiente, si la hubiera.

En las zonas de clima húmedo las lluvias pueden infiltrarse localmente hasta gran profundidad, formando sucesivas capas de agua. En todo el Norte de la Provincia de Buenos Aires y Sur de Santa Fe la estructura y dinámica de los acuíferos es similar:

- **1° acuífero o Napa freática:** se ubica desde 0 hasta los 10 m de profundidad con respecto a la superficie. Posee un techo (nivel freático) que fluctúa con el régimen de lluvias. A veces emerge en forma de lagunas y otra aparece a los 4 o 10 metros de profundidad. En algunas zonas se encuentra agotada y en otras aflorando a veces como respuesta a períodos muy lluviosos, o por cese de la explotación de acuíferos inferiores a la misma. Son aguas en general de mala calidad por su contaminación química y bacteriológica con pozos sépticos domiciliarios. Su techo acompaña la morfología de la superficie.
- **2° acuífero o Pampeano:** se encuentra aproximadamente entre los 10 y 40 metros por debajo del nivel del mar, de acuerdo a la cota del terreno. Suele estar semiconfinado a presión. Es el primero con cierto grado de confinamiento ya que se encuentra limitado superior e inferiormente por sedimentos medianamente permeables. Los caudales de extracción que proporciona este acuífero son muy dispares y dependen de su emplazamiento. En cuanto a su calidad, las aguas de este acuífero son duras, (muchas veces con excesos de nitratos) y frecuentemente presentan contaminación bacteriológica y de

elementos químicos provenientes de residuos industriales que son derivados a pozos filtrantes.

- **3° acuífero o Puelche:** se encuentra aproximadamente entre los 40 y 70 metros por debajo del nivel del mar, suele estar semiconfinado a presión. Está compuesto principalmente por arenas finas y medianas. Es la segunda napa semiconfinada y su piso está formado por las denominadas arcillas verdes del Paraná (prácticamente impermeables), las cuales limitan la filtración vertical descendente. Pero su techo posee otro tipo de sedimentos (semipermeables) que le permite la conexión hidráulica con los acuíferos superiores. Por su extensión, su fácil acceso mediante perforaciones, caudales y calidad química de sus aguas se ha convertido en el recurso hídrico subterráneo más explotado en el país, principalmente para consumo humano. Los pozos privados de captaciones domiciliarias, donde no hay agua corriente, deben **reglamentariamente estar conectados a este acuífero** porque el semiconfinado está casi agotado, pero no todos lo hacen porque la perforación profunda es más costosa.

Estos tres acuíferos están interconectados por la infiltración del agua de lluvia. Esta conexión es la causa de la proverbial pureza del agua subterránea debido a que el agua que llega al Puelche ha atravesado gran cantidad de capas de suelo que actúan como filtros naturales, reteniendo las impurezas orgánicas y buena parte de las sustancias minerales contaminantes que pueda haber tenido.

- **4° acuífero o Paraná:** se encuentra aproximadamente entre los 70 y 160 metros por debajo del nivel del mar, suele estar semiconfinado a presión. Está compuesto principalmente por Arenas finas y fósiles marinos. Proporciona caudales altos pero es de agua salada, a pesar de lo cual es explotado en algunas ocasiones para consumo industrial en lugares donde es más pronunciado el agotamiento o salinización del Puelche.
- **5° y 6° acuíferos ú Olivos:** se encuentran aproximadamente entre los 160 y los 410 metros por debajo del nivel del mar, suelen estar semiconfinados a presión. Son salados y no se los utiliza.

Los acuíferos están conectados entre sí y con el ciclo hidrológico formando parte de un sistema hidráulico.

El Puelche

El Puelche es una inmensa masa de agua pluvial infiltrada en el suelo y contenida en un manto subterráneo de arenas y sedimentos porosos, que se ubica entre dos gruesas capas de sedimentos tirando a arcillosos y poco permeables, se lo encuentra entre los 15 y 120 metros según el sitio de la llanura en que se ubique. Pero no bajo toda ella, sólo bajo la llamada Pampa Ondulada; es decir que ocupan una superficie de 230.000 kilómetros cuadrados del noroccidente bonaerense y el sudoccidente santafesino.

El Puelche llega hasta la mitad de la provincia de Santa Fe, Este de Córdoba y NE de Bs. As hasta la Bahía de Samborombón. Hacia Córdoba se vuelve salado y hacia el Paraná es dulce. (Ver figura N° 2)

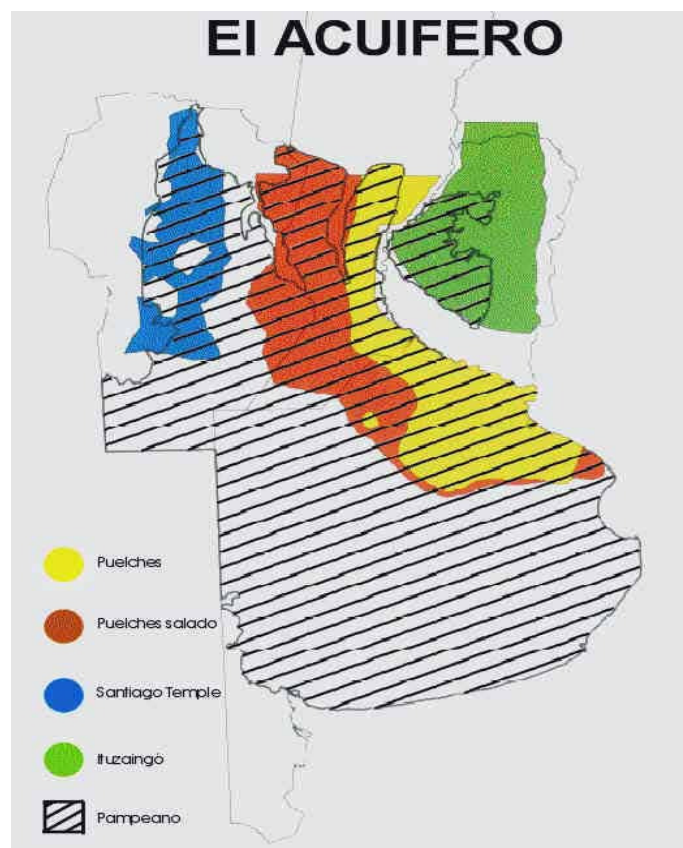


Figura N° 2: localización del acuífero puelche

El agua que satura las arenas Puelches proviene de las lluvias que percola desde arriba atravesando los sedimentos.

Esta especie de río subterráneo de agua y arena está en movimiento horizontal, a una velocidad de entre 2 y 10 metros por día: el acuífero se recarga de lluvia en su centro (más o menos la zona de Pilar) y se descarga hacia sus bordes, que son el Paraná y el Plata, por el Nor-Nordeste, y el río Salado, por el Sur.

Comienzos de su explotación

“La Gran Aldea empezó a echar manos de él en épocas de Sarmiento, tras haber contaminado durante siglos las aguas de las napas superficiales con sus pozos ciegos, una costumbre que se pagaba con epidemias a repetición de cólera y tífus.” (2)

Cuando surgió la primera red hídrica urbana del país, miles de aljibes de 10 metros de profundidad que abrevaban en el ya contaminado acuífero Pampeano cedieron paso a unas pocas estaciones bombeadoras gigantes que bajaban 20 o más metros hasta el Puelche. Se entendía que, apretado por arriba y abajo entre grandes capas de arcilla, el Puelche venía garantizado de fábrica contra contaminaciones desde la superficie.

Esto es parcialmente cierto, ya que el sistema multiacuífero Pampeano-Puelche está hidráulicamente interconectado en forma vertical. Esto quiere decir que el agua del Pampeano desagua verticalmente al Puelche a través de su capa de arcillas, aunque muy lentamente, a razón de dos milímetros por día. Es decir que el agua del Pampeano va recargando al Puelche sin prisa ni pausa.

“En la década del 30, el Puelche empezó a ser sobreexplotado. A partir de 1940 la gente comienza a realizar pozos domiciliarios en el 2º acuífero (el Pampeano) y OSN toma agua del 3º acuífero (el Puelche). Por lo tanto el sistema se empezó a deprimir y desapareció la primera napa y el agua se encontraba recién a los 30 metros. Por otra parte los pozos ciegos y cloacas que filtraban comenzaron a contaminar las napas.” (2)

Situación del Acuífero Puelches hacia 1980

Debido a la extracción intensiva del agua subterránea, se observan importantes fenómenos de depresión regional en las áreas más densamente pobladas. Esta sobre-explotación produjo efectos tan notorios como:

- inversión de la circulación del agua subterránea. Naturalmente el agua escurría hacia el estuario del Río de la Plata, a fuerza de bombear desde el centro se había invertido dicha circulación; produciéndose el efecto contrario: el flujo subterráneo se dirige desde la costa hacia los centros poblados del Gran Bs. As.
- la inversión de la circulación subterránea del Puelche, también produjo el ingreso de agua salina (por la década del 30) provenientes de acuíferos costeros. La sal provenía del propio Puelche, pero de sus zonas de descarga (Bahía Samborombón y Río Salado).
- depresión del nivel del recurso. El descenso de los niveles del acuífero desde los años 20, dio origen hacia 1980 a los grandes conos de depresión regionales, es decir zonas donde las napas están muy bajas o desaparecieron. Con lo cual los pozos tuvieron que bajar hasta 70 metros o más para encontrar agua. Esto trajo aparejado otras dos consecuencias:
 - filtración vertical descendente hacia el acuífero Puelches de la napa freática, dado que los acuíferos están conectados.
 - potencial acceso a los acuíferos de contaminantes agroquímicos utilizados en la periferia del conurbano.

Situación del Acuífero Puelche en la Actualidad

Algunos conos de depresión siguen existiendo en las zonas donde el agua subterránea sigue siendo una fuente importante de abastecimiento. Otros conos, en cambio sufrieron fuertes variaciones producto del traspaso en la fuente de abastecimiento domiciliaria. El abastecimiento por agua subterránea fue reemplazado por agua superficial del Río de la Plata, lo que trajo aparejado el rápido ascenso de los niveles de agua del acuífero Puelche y la desfiguración del cono afectado.

Igual fenómeno de ascenso se registra en la napa freática, que en muchos lugares había desaparecido, al decrecer la filtración por el aumento de carga en el acuífero Puelche. Ayuda también a este proceso de ascenso el crecimiento en los últimos años de la recarga natural, por el marcado aumento de las precipitaciones pluviales en la zona y posiblemente la tendencia de las grandes industria consumidoras del recurso a utilizar agua subterránea proveniente del 4to acuífero en reemplazo de la proveniente del Puelche.

En algunas zonas sobreexplotadas se detecta un aumento de los contenidos salinos; debido al continuo avance del frente salino y a la infiltración descendente del Pampeano.

[Importancia de la preservación del Puelche](#)

El Puelche es único en todo sentido. Entre los seis acuíferos que están apilados verticalmente bajo nuestros pies en la pampa húmeda, es el único potable. Hay otros más superficiales pero están agotados o contaminados y los otros más profundos son salados.

Actualmente el Pampeano está lleno de sales, contaminantes cloacales e industriales. Tomar agua de aquí es exponerse a diarreas y diversas infecciones, de esas que hacen estragos en la niñez del segundo y tercer anillo del conurbano porteño, donde la beben unos dos millones de personas.

El Puelche es la principal reserva de agua potable de la Argentina. Da de beber a buena parte de nuestro mayor conglomerado urbano, provee a sus industrias y riega la zona que genera casi todo el producto bruto agrícola del país.

Fuera de los límites del acuífero Puelche, existen acuíferitos, muchos de los cuales están en contacto con lechos de cenizas volcánicas, de modo que brindan una sopa de arsénico, flúor, selenio y otras sustancias peligrosas. Es lo que sucede, por ejemplo, en Venado Tuerto, provincia de Santa Fe.

Contaminación del agua subterránea

La contaminación del agua ocurre cuando su composición está alterada de tal modo que no reúne las condiciones para los usos a los que estaba destinada.

Cuando el agua freática llega a contaminarse no puede depurarse por sí misma, como el agua superficial tiende a hacerlo, debido a que los flujos de agua freática son lentos. También hay pocas bacterias degradadoras, porque no hay mucho oxígeno.

El agua dulce es naturalmente potable, pero las modificaciones que se realicen a sus propiedades físicas, químicas o biológicas, pueden hacerle perder esta cualidad. Los contaminantes del agua pueden agruparse en físicos, químicos y biológicos, los primeros son aquellos que modifican las características propias del agua natural potable, de ser incolora, transparente, inodora e insípida, se incluyen los que producen un aumento de la temperatura (contaminación térmica), conductibilidad y la dureza de las aguas.

Los contaminantes orgánicos son los más abundantes y generalmente son biodegradables, es decir, que se descomponen mediante la acción de microorganismos que viven en el agua y a los que sirven de alimento. Las principales fuentes de esta contaminación son de origen doméstico, agrícola, ganadero e industrial; entre sus elementos se hallan carbono, hidrógeno, oxígeno, fósforo, nitrógeno y azufre.

Los contaminantes inorgánicos tienden a permanecer en el ambiente en forma indefinida y, aunque su presencia suele ser muy pequeña, pueden presentar concentraciones altamente peligrosas para la vida del ecosistema. También su origen puede derivar de las actividades domésticas, agrícolas e industriales y entre ellos se encuentran numerosas sales disueltas en forma de iones: sodio, potasio, calcio, manganeso, cloruros, nitratos, sulfatos, fosfatos, fenoles, pesticidas organoclorados y detergentes.

Si bien las aguas superficiales son las receptoras naturales de una gran cantidad de los residuos vertidos sobre la tierra, parte de estas agua y sus contaminantes pueden pasar a las napas subterráneas. La contaminación de estos acuíferos ocasiona grandes

problemas para las plantas y los animales superiores, incluyendo al hombre que los emplea.

Se pueden distinguir distintos tipos de contaminación del agua subterránea según la fuente que la produce:

-puntual o local: producida por actividades que dirigen sus desechos en un sitio determinado y que afectan a un sector limitado del acuífero. Este tipo de contaminación es fácil de medir y controlar. A modo de ejemplos tenemos la concentración de heces de cría intensiva de animales sin tratamiento de efluentes y el aporte de origen humano en poblaciones que utilizan las aguas subterráneas para su consumo.

-no puntual o difusa: producida por aquellas actividades cuya fuente contaminante no tiene un punto de entrada obvio. Se produce en grandes extensiones. Ejemplo: agricultura intensiva.

A su vez, según el origen podemos clasificar la contaminación del agua subterránea como:

-contaminación doméstica:

- en la mayoría de las localidades del Centro-Oeste Santafesino, incluido Piamonte, la población se abastece desde napas superficiales con bombeadores; en este caso al problema de la salinidad del agua regional se le suma la contaminación de las **cámaras sépticas** (pozos negros), ya que donde no hay cloacas que transporten las excretas se construyen cámaras sépticas, que logran una filtración y un lento drenaje de los líquidos cloacales hacia capas inferiores. La contaminación se produce debido a que los pozos negros y los bombeadores, están en el mismo estrato. El flujo de agua subterránea arrastra consigo bacterias, microorganismos, virus, etc., presentes en los desechos humanos de los pozos negros transmitiéndose de esta manera muchas enfermedades. Es una buena tecnología, pero tiene sus limitaciones: las cámaras deben estar correctamente construidas, la freática no debe subir hasta inundarlas y su densidad en cada manzana no debe ser muy alta. No siempre se consiguen todos esos requisitos. Peor es la solución de los pobres: un pozo excavado en el suelo, accesible a insectos, filtrando mal hacia la freática y generalmente muy próximo a una tubería que extrae de la misma freática con una pequeña bomba eléctrica o manual. Los líquidos cloacales

también contienen **nitratos y nitritos** derivados del amoníaco que se elimina con la orina. Son sustancias inorgánicas muy solubles, que llegan fácilmente al Puelche junto con el agua que se infiltra. En la limpieza del hogar se están usando cada vez más derivados de petróleo y solventes. Los detergentes, muy solubles en agua llegan fácilmente hasta el Puelche.

- Residuos sólidos urbanos: son aquellos producidos en las ciudades y que constituyen una mezcla de los restos de las actividades domésticas, los que provienen de los comercios, las oficinas y las escuelas, los hospitales, los geriátricos y de la propia gestión de limpieza de las calles, los parques y las plazas.

El camino que recorre la basura comprende 3 etapas:

- 1) Recolección domiciliaria
- 2) Recolección en la vía pública
- 3) Acumulación y eliminación de los residuos, en algunos casos la basura se acumula en vertederos sin ser tratada, esto lleva a que se desencadenen procesos de putrefacción, proliferación de microorganismos patógenos y contaminación del suelo, del aire y hasta de las napas de agua. Esto último ocurre como consecuencia de que las precipitaciones y el agua superficial que percolan el área de disposición solubilizan los contaminantes posibilitando su entrada y el transporte a través del suelo no saturado hasta el agua subterránea, ésta a su vez puede ser interceptada por pozos o alcanzar a las fuentes, produciéndose de esta manera la contaminación de las misma

- Otra situación contaminante son los tanques de agua de las casas y edificios, que requieren limpieza periódica porque es inevitable que se meta algún insecto, roedores o aves. O sea que el agua puede llegar limpia y contaminarse en la propia casa.

-Contaminación industrial: obedece a varias causas:

- *Residuos industriales que se dejan en la superficie del suelo* para que las lluvias los vayan arrastrando. Significa usar al suelo como capa filtrante, y es una tecnología

válida para desechos no peligrosos y donde no haya acuíferos en explotación. No es el caso de las regiones húmedas y subhúmedas de Argentina.

- *Introducir residuos líquidos en capas profundas* que no estén en explotación actual. La tecnología no es segura: las cañerías que los transportan, con el tiempo pueden sufrir roturas y corrosión e infiltrar su contenido hacia capas en explotación. La práctica está prohibida en nuestro país, pero hay quienes la realizan subrepticamente.

- **Contaminación agrícola:** La actividad agrícola también puede contribuir a la contaminación del agua subterránea de distintas formas, para analizar esto se deben tener en cuenta distintos aspectos.

- *Fertilizantes.* “La utilización de fertilizantes, principalmente de síntesis, representan un potencial riesgo de contaminación de acuíferos subterráneos cuando su aplicación se realiza en ausencia de las consideraciones agronómicas que contemplan el balance de nutrientes entre el consumo de los cultivos y el aportado por los suelos.” (3)

Los nutrientes constituyen parte de los recursos del ambiente, los que conjuntamente con el manejo de las características de los genotipos, el conocimiento de la dinámica de las variables climáticas, las labranzas y otras prácticas tecnológicas, generan incrementos en los rendimientos físicos de los cultivos.

Los nutrientes que mayoritariamente se aportan al suelo a través de la fertilización son el nitrógeno y el fósforo. Los compuestos orgánicos de nitrógeno no son muy móviles en el suelo, razón por la que sólo sus productos de degradación son potenciales contaminantes de los acuíferos.

Los **nitratos** que migran hacia los sistemas subterráneos dependen (además de los factores climáticos) de la frecuencia de aplicación y del tipo de fertilizante utilizado, de la cantidad total de fertilizante incorporado, del nitrógeno orgánico e inorgánico presente en el suelo, y de las prácticas tecnológicas implementadas.

Los compuestos de **fósforo** se presentan en forma orgánica e inorgánica y la mayoría de ellos se mantienen estables en el tiempo. Las forma inorgánicas del fósforo son fijadas en un proceso por el cual los compuestos solubles cambian a formas menos solubles por reacciones con compuestos orgánicos e inorgánicos del suelo. Estos

compuestos tienen una movilidad limitada y pocas probabilidades de abandonar el suelo hacia las napas.

Respecto al primero, se conoce que la agricultura participa en forma significativa en la contaminación nitríca.

- *Plaguicidas*: “Los contaminantes no permanecen estáticos en el punto de emisión, están sujetos a un devenir espacio-temporal que incluye una serie muy compleja de causalidades, que tienen como consecuencia, que sus efectos se manifiesten a gran distancia y tardíamente, en sujetos habitualmente distintos a los causantes de la misma. La variable espacial por el momento, no es controlable, y sustancias de riesgo ambiental pueden ser exportadas, transportadas o producidas en forma libre.” (3)

La irrupción del hombre en el orden natural, sustentada en la búsqueda de la máxima producción física en el ámbito rural, condujo a la necesidad creciente de ampliar la oferta de productos químicos por parte de los laboratorios de desarrollo de agroquímicos.

Estos productos, considerados genéricamente como agrotóxicos, poseen una movilidad y persistencia controlada por sus características y las del ambiente donde actúan, siendo en su mayoría contaminantes difusos.

Los plaguicidas deben ser suficientemente móviles como para alcanzar su objetivo y suficientemente persistentes como para eliminar el organismo específicamente atacado. Estas dos cualidades no son deseables desde un punto de vista ambiental. El desplazamiento de los plaguicidas hacia el acuífero es un fenómeno complejo donde actúan principalmente los procesos de sorción, degradación y volatilización.

La mayoría de los plaguicidas químicos son sustancias de bajo peso molecular y poco solubles en agua (como los organoclorados). La solubilidad (especialmente de fosforados y carbamatos) es la propiedad que más condiciona su transporte hacia estratos inferiores, pero existen otros factores que determinan la movilidad y persistencia de los plaguicidas y que influyen sobre los mecanismos de absorción y degradación.

Los minerales arcillosos y la materia orgánica del suelo junto con la actividad biológica pueden retenerlo parcialmente y amortiguar la contaminación de las aguas subterráneas.

La capacidad asimilativa del suelo está determinada por los procesos bióticos y abióticos que conducen a la transformación del plaguicida en metabolitos no tóxicos. Sin embargo, el herbicida atrazina, perteneciente al grupo químico de las triazinas, y utilizado ampliamente por su acción como pre y postemergente para el control de malezas, especialmente en el cultivo de maíz, posee metabolitos de degradación más tóxicos que el producto de origen. El glifosato, principio activo del herbicida de mayor uso en la región pampeana, también es un agroquímico con evidencias de que su formulación (principalmente por su surfactante) produce impactos negativos en el ambiente.

“Si bien, no existen evidencias concluyentes en la región pampeana de contaminación de acuíferos por plaguicidas, trabajos de investigación indican que la temática debe abordarse de manera activa y amplia, debido a que genera un marco de incertidumbre, fundamentalmente ante el desconocimiento del riesgo potencial que implica.” (4)

Fuentes principales de nitrógeno en aguas subterráneas

Se hace hincapié en este compuesto en particular, ya que uno de los problemas del agua de Piamonte es la presencia de grandes cantidades de nitratos.

La concentración de nitratos en el agua subterránea es un tópico común de muchas discusiones acerca de la calidad del agua, ya que es de importancia tanto para humanos como para animales. Debido a sus propiedades físicas, no pueden olerse ni sentirse y su presencia en concentraciones potencialmente peligrosas, es detectada cuando se manifiesta un problema de salud. A menudo es difícil precisar el origen de la contaminación, debido a que puede provenir de muchas fuentes. La entrada de los nitratos a las aguas subterráneas es un resultado de procesos naturales y del efecto directo o indirecto de las actividades humanas. Los procesos naturales incluyen la precipitación, el intemperismo de los minerales y descomposición de la materia orgánica.

Los nitratos provenientes de las actividades humanas incluyen: la escorrentía de terrenos cultivados, efluentes de lagunas y tanques sépticos, fertilización excesiva con nitrógeno, deforestación y el cambio en la materia orgánica del suelo como resultado de la rotación de cultivos (Heaton, 1985).

El problema con los nitratos, es que son contaminantes móviles en el agua subterránea que no son adsorbidos por los materiales del acuífero y no precipitan como un mineral. Estos dos factores, permiten que grandes cantidades de nitrato disuelto permanezcan en el agua subterránea. Debido a su naturaleza soluble, los nitratos tienden a viajar grandes distancias en la subsuperficie, específicamente en sedimentos altamente permeables o rocas fracturadas (Freeze y Cherry, 1979).

Mientras que la contaminación por fuentes puntuales se origina de diversos medios tales como efluentes de tanques sépticos y depósitos de excretas, la contaminación no puntual se distribuye en amplias áreas como son los campos donde los fertilizantes nitrogenados han sido aplicados (Hurlburt, 1988). El único control del nitrato por debajo de la superficie es la reducción del nitrato o denitrificación. La reducción del nitrato es una reacción natural en la cual el nitrato es reducido a gases de nitrógeno, menos peligrosos, por la acción de bacterias. En donde esta reducción no ocurre, los nitratos que persisten en los abastecimientos de agua son un riesgo; así, áreas con alto riesgo incluyen acuíferos bajo agricultura intensiva y la vecindad de campos con alta densidad de tanques sépticos.

Por su naturaleza, los acuíferos son lentos para contaminarse pero una vez que se han contaminados, difícilmente se autodepuran. La única opción para evitar futuras contaminaciones por nitratos en acuíferos someros susceptibles, es iniciar con el control del uso del suelo (Hendry, 1988).

Fuentes naturales.

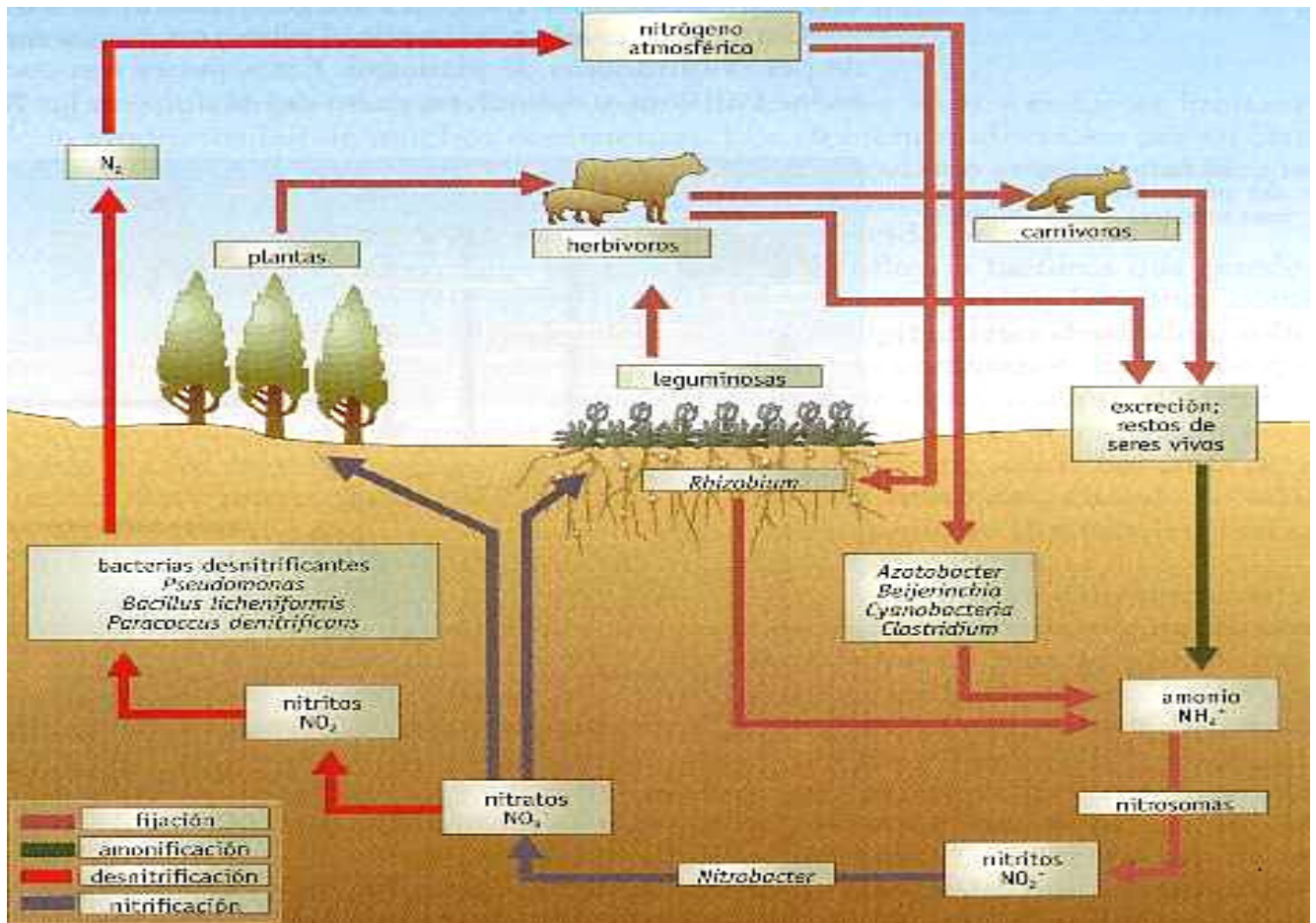
El ion nitrato es la forma termodinámica estable del nitrógeno combinado en los sistemas acuosos y terrestres oxigenados, de forma que hay una tendencia de todos los materiales nitrogenados a ser convertidos a nitratos en estos medios. Todos los compuestos del nitrato son altamente solubles en agua y cualquiera de ellos que se forme en este proceso, se encontrará en solución. Los minerales que contienen nitratos

son muy raros, solamente los salitres (nitrato de sodio y nitrato de potasio) son los más difundidos. Una parte del óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno presentes en el aire se producen por procesos naturales, inducidos por los rayos, las erupciones volcánicas y la actividad bacteriana del suelo, pero las concentraciones resultantes en el aire son virtualmente insignificantes. Estos compuestos se convierten en fuentes naturales de nitrato, ya que la principal forma de eliminación atmosférica de los óxidos de nitrógeno se realiza mediante su oxidación a ácido nítrico, y éste es mucho más hidrosoluble y se absorbe más fácilmente en la superficie de la materia particulada en suspensión.

Los nitratos también existen en forma natural en algunos alimentos, particularmente en algunos vegetales. Los nitritos se forman por la oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en el medio acuático o terrestre, o por la reducción bacteriana del nitrato. Son productos intermedios del ciclo completo de oxidación-reducción y sólo se encuentran presentes en condiciones de baja oxidación. El nitrito en comparación con el nitrato, es menos soluble en agua y menos estable (García et al., 1994). Los nitratos en las aguas superficiales y subterráneas se derivan de la descomposición natural, por microorganismos, de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales y excretas de animales y del hombre.

El ion amonio formado se oxida a nitritos y nitratos según un proceso de oxidación biológica (nitrificación) en dos fases, las cuales son mediadas por distintos microorganismos: la primera reacción por bacterias Nitrosomonas que son quimiolitótróficas y la segunda, por bacterias Nitrobacter, las cuales obtienen casi toda su energía de la oxidación de nitritos. Aunque la presencia natural de nitratos y nitritos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo común los nitritos se encuentran en muy bajas concentraciones (OPS,OMS., 1980). Ver ciclo del nitrógeno.

Ciclo del Nitrógeno



Fuentes artificiales.

Dentro de ellas se encuentran:

- **Fertilizantes:** la producción agrícola depende en gran medida de que los suelos sean capaces de desarrollar cultivos con un buen rendimiento y esa capacidad es establecida por su fertilidad. El contenido de nutrientes de origen natural en los suelos, generalmente no es suficiente para lograr una adecuada fertilidad, por esa razón se emplean los fertilizantes naturales orgánicos y químicos. El nitrógeno es un nutriente vital para las plantas, quienes lo utilizan en la síntesis de proteínas para su crecimiento. Los fertilizantes nitrogenados aportan el nitrógeno necesario y a su vez, algunos de ellos son fuentes importantes de nitratos, dando lugar a través de su uso a un incremento de la

presencia y concentración de éste en el medio. Los fertilizantes nitrogenados pueden ser de cuatro tipos:

a) nítricos: aportan el nitrógeno entre el 11 y el 16% en forma de nitratos. Ejemplos: NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 .

b) amónicos: aportan el nitrógeno en alrededor del 21% en forma de amonio. Ejemplo: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

c) amónicos y nítricos: aportan el nitrógeno entre el 20 y 34% en formas de nitratos y amonio. Ejemplos : $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

d) de Amidas: aportan en nitrógeno entre el 21 y el 45% en forma de amidas. Ejemplo: urea y cianamida de calcio. La acción de éstos es más lenta pues el nitrógeno amídico deberá transformarse en nitrógeno amónico y de nitratos.

La circunstancia de que las plantas no pueden utilizar completamente el nitrógeno del suelo, reviste gran importancia. La utilización del nitrógeno puede oscilar entre un 25 al 85% según el cultivo y las técnicas agrícolas; por lo tanto, a fin de obtener una máxima producción, se aplica un exceso del fertilizante nitrogenado al suelo, razón por la cual aumenta substancialmente el arrastre de nitrógeno por las aguas pluviales (OPS, OMS., 1980).

Si bien el uso de fertilizantes nitrogenados ha aumentado considerablemente en los últimos cinco años, Andriulo (1995) sostiene que la fertilización no es la principal fuente en la contaminación de los acuíferos. Debido a que solamente en estos últimos años se ha intensificado el uso de nitrógeno fertilizante, el mayor aporte de este nutriente podría provenir del lavado de nitratos originados en la mineralización de la materia orgánica del suelo y no aprovechados por el sistema radicular de las plantas.

Los nitratos exportados del suelo a través del lavado ingresan a los acuíferos contaminando el Puelche esto se produce debido a que sus límites superior e inferior, no son impermeables. (Costa et al., 2000; Rimski-Korsakov et al., 2000).

Lavado y colaboradores (1999) sugieren una relación importante entre prácticas de manejo de los suelos como las labranzas y la concentración en el suelo de algunos

elementos químicos por fertilización, siendo probable que ello represente un riesgo potencial para la calidad del agua subterránea. En sistemas intensivos las elevadas dosis de fertilizantes empleadas anualmente constituyen un importante riesgo hídrico ambiental. Hure y colaboradores (1998), en la zona hortícola cercana a la ciudad de Rosario (Santa Fe), hallaron que en el 60 % de los 25 establecimientos testeados, el agua de consumo presentaba concentraciones de NO₃⁻ mayores a 45 mg.l⁻¹ y en el 8 %, concentraciones de NO₂⁻ mayores a 0,1 mg.l⁻¹, ambos, límites de riesgo de salud para la OMS. Asimismo Sardi y colaboradores (1997), en producciones animales intensivas del norte y sur del Gran Buenos Aires hallaron que alrededor del 42 % de 57 muestras superaban el límite de NO₃⁻.

Sin embargo, la migración de los nitratos desde la superficie hasta la base del acuífero es un proceso lento que puede demorar varias décadas hasta que se haga notorio en el suministro de las aguas subterráneas.

Por lo tanto, el resultado de la decisión de realizar hoy una determinada práctica agrícola podrá visualizarse en la base del acuífero varias décadas más tarde.

De esto se concluye que la concentración de nitratos presente en el fondo del acuífero proviene fundamentalmente de la mineralización de la materia orgánica del suelo que se ha ido acumulando desde el inicio de la agricultura.

- *Excretas animales.* Otra fuente importante de nitratos son las excretas de animales, las cuales contienen grandes cantidades de sustancias nitrogenadas susceptibles de convertirse a nitritos y posteriormente a nitratos. El problema reviste caracteres más agudos cuando la explotación es intensiva. Así por ejemplo, un novillo de 450 kg de peso excreta alrededor de 43 kg de nitrógeno por año, por lo que un lote de engorda de 3200 cabezas producirá 1400 toneladas anuales, en una superficie relativamente reducida, esto es, una cantidad equivalente a la que producirían 260000 personas. Por lo tanto, estos lotes de engorda se constituyen en fuentes de “superficie reducida” de arrastre de nitrógeno. Sólo el 10% de estas excretas vuelve a las tierras cultivadas, pudiendo el resto ser arrastrado o percolado para llegar a las aguas superficiales o mantos freáticos. Se ha comprobado que la concentración total de nitrógeno en distintos arrastres de aguas pluviales puede oscilar entre 50 y más de 5500

mg/l, lo cual demuestra la existencia de un problema considerable de contaminación ambiental (García et al., 1994).

- *Impacto de la porcicultura en la calidad del agua subterránea.* El riego de zonas extensas de tierra de cultivo fertilizadas con desechos de animales contamina las aguas freáticas, especialmente cuando el nivel de nitrógeno y fosfato es mayor del que necesitan los cultivos. La acumulación del nitrógeno en el suelo ocasiona la penetración de nitratos en las aguas subterráneas.

Los nitratos contenidos en los alimentos y en el agua no son tóxicos para el hombre ya que son absorbidos y excretados rápidamente, pero en determinadas ocasiones, los nitratos son reducidos por las bacterias en la boca y los intestinos, produciendo nitritos. Los nitritos perturban procesos fisiológicos vitales como la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, lo que conlleva a la cianosis y en algunas ocasiones a la muerte. Entre 1945 y 1965 se notificaron 3000 casos de esta enfermedad en los países industrializados, la mayor parte de ellos en pozos situados en las proximidades de granjas ganaderas donde existía una elevada concentración de nitratos. La contaminación directa de las aguas freáticas por las parcelas de engorda sigue siendo un problema relativamente localizado, que suscita preocupación principalmente cuando se produce en las proximidades de las fuentes de abastecimiento de agua potable. Sin embargo, salvo en los casos en que las unidades de producción estén situadas en localidades sensibles, la filtración de nitratos procedentes del estiércol aplicado a las tierras de cultivo es muy inferior a la de fertilizantes químicos (Pacheco, 1997).

- *Desechos municipales, industriales y del transporte.* Las descargas de desechos municipales e industriales constituyen fuentes concentradas de compuestos de nitrógeno que, en gran medida, son depositadas directamente en las aguas superficiales. La cantidad de nitrógeno en los desechos humanos se estima en unos 5 kg por persona por año (Comité de estudios sobre la acumulación de nitratos, 1972). Aun tratados, estos residuos representan una intensa carga de contaminación a las aguas, tanto superficiales como subterráneas, pues el tratamiento secundario elimina menos de la mitad del nitrógeno (aproximadamente el 20%). Los iones amonio en el efluente de tanques sépticos se pueden convertir rápidamente en nitratos, que pueden penetrar hasta cierta distancia del tanque. Los cienos en las instalaciones de tratamiento y tanque sépticos,

también se deben de evacuar y representan otra fuente significativa de contaminación por nitrógeno. Los procedimientos de evacuación de residuos sólidos, especialmente los terraplenes sanitarios y vaciaderos, pueden constituir una fuente de contaminación del agua por compuestos del nitrógeno.

Es fundamental la diferenciación entre la contaminación por fuentes puntuales fácilmente identificables y la contaminación difusa. La principal preocupación es la carga contaminante al subsuelo asociada con saneamiento sin alcantarillado que emplea en áreas residenciales, tanques o fosas sépticas y letrinas. El riesgo potencial de contaminación por nitratos proviene de las unidades de descomposición de excretas in situ, esto se hace evidente, si consideramos que el promedio del nitrógeno que llega al agua subterránea proveniente de una familia formada por cuatro personas que descarga sus tanques sépticos en suelos arenosos es de aproximadamente 7.5 kg cada año, lo que representa el 35 al 40% del total depositado. En dependencia con las condiciones hidrogeológicas, estos valores pueden fluctuar desde el 25 al 60%. Por lo tanto, una población de 20 personas/Ha representa una descarga de hasta 100 kg /Ha /año que si fuera oxidada y lixiviada con 100 mm/año de infiltración, pudiera resultar en una descarga local de aguas subterráneas que alcancen una concentración de 440 mg/l, por lo que puede hacerse una estimación del grave problema ecológico al que se enfrentan las áreas a las que llegan las aguas residuales de los grandes asentamientos humanos. Se considera que la oxidación del amoníaco de las descargas de tanques sépticos es la principal fuente de contaminación del agua subterránea en Buenos Aires, en donde cerca de un 60% de la población continúa sin alcantarillado. A ello, se suma la descarga al suelo de desechos nitrogenados de la industria alimentaria y la infiltración de las aguas servidas por fugas de áreas con alcantarillado. Por otra parte, la gran mayoría de las lagunas de estabilización presentan fugas equivalentes a una infiltración de más de 10 a 20 mm/día, resultando en otra fuente de contaminación de nitratos para las aguas subterráneas.

El contenido de nitrógeno de los desechos industriales es sumamente variable; las industrias del combustible y la elaboración de alimentos y las refinerías del petróleo, pueden constituir fuentes importantes de contaminación por nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno descargados a la atmósfera por fuentes artificiales, como los automotores, el consumo de combustibles fósiles y los procesos industriales, ascienden a cerca de 50

millones de toneladas por año en escala global (OPS, OMS., 1980). Otras fuentes locales pueden ser: la fabricación de ácido nítrico, la galvanoplastia y los procesos de fabricación de explosivos. Tal como ocurre con los originados de forma natural, una parte considerable de estos óxidos es eliminada de la atmósfera y el nitrógeno vuelve a la superficie terrestre en forma de nitratos, aunque puede señalarse que generalmente ésta es una fuente de poca importancia (García et al., 1994).

Importancia de la calidad del agua

La importancia del agua para los seres vivos se manifiesta en el contenido total de agua del cuerpo humano. Representa aproximadamente 23 litros por m² de superficie corporal para el hombre, que es aproximadamente el 61% del peso. En cuanto a la mujer, es alrededor de 18 litros por m² de superficie corporal y representa el 51% del peso total.

La necesidad del organismo respecto del agua es de 1 ml por cada caloría ingerida, o sea, para una ingesta diaria de 2500 cal se requieren 2500 ml de agua.

Dado la importancia del agua para el organismo entonces es evidente la necesidad de tener disponible un agua segura, tanto para bebida como para higiene, ya que estaríamos en presencia de una importante vía de ingreso de microorganismos y tóxicos capaces de producir enfermedades.

Datos suministrados por la O.M.S. indican que 1500 millones de personas pertenecientes principalmente al tercer mundo carecen de la provisión de agua segura. Esta carencia provoca alrededor de 500 millones de casos de diarreas por año en niños menores de 5 años en Asia, África y América latina. De los cuales el 3 al 4% terminan con la muerte.

En países desarrollados en donde la aparición de este tipo de enfermedades no es frecuente, esta disminución fue paralela al establecimiento de sistemas públicos de provisión de agua potable y alcantarillado.

Las enfermedades que se transmiten con el agua son de distinta índole.

- **Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua:** son enfermedades en las que el organismo patógeno se encuentra en el agua y cuando se ingiere una dosis suficiente infectan al que la bebe. La mayoría de estos patógenos provienen de la contaminación del agua con excretas humanas. Las enfermedades mas importantes de este tipo incluyen a distintos microorganismos: bacterias, virus, parásitos y hongos. Ver tabla 1

Tabla 1: Principales enfermedades infecciosas de origen hídrico y agentes mas importantes.

MICROORG.	AGENTES MAS FRECUENTES	ENFERMEDAD QUE PRODUCEN
BACTERIAS	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Salmonella typhi</i> y <i>paratyphi A y B</i> - <i>Shigella spp</i> - <i>Vibrio cholerae</i> - <i>Campylobacter jejuni</i> - <i>Yersinia enterocolítica</i> - <i>Salmonella spp.</i> - <i>Shigella</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fiebre tifoidea y paratifoidea - Disentería basilar - Colera - Gastroenteritis agudas y diarreas
VIRUS	<ul style="list-style-type: none"> - Enterovirus - Rotavirus - Norwalk - Adenovirus, etc. - Virus hepatitis A y E 	<ul style="list-style-type: none"> - Gastroenteritis agudas y diarreas - Hepatitis infecciosa A y E
PARÁSITOS	<ul style="list-style-type: none"> - Protozoario - <i>Entoameba histolytica</i> - <i>Giardia lamblia</i> - <i>Cryptosporidium parvum</i> - <i>Balantidium coli</i> - <i>Toxoplasma gondii</i> - Helmintos - <i>Dracunculus medinensis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Disentería amebiana - Gastroenteritis

- **Enfermedades químicas transmitidas por el agua:** son enfermedades asociadas a la ingestión de agua que contienen sustancias tóxicas en concentraciones dañinas. Estas sustancias pueden ser de origen natural o artificial y generalmente son de localización específica.

En general estas enfermedades tienen mayor importancia en países industrializados y tienen menos incidencia que las enfermedades microbiológicas y es común que sean de evolución crónica.

Las sustancias presentes en el agua que pueden causar este tipo de enfermedades son:

- **nitritos y nitratos:** el nitrito es 5 o 6 veces más tóxico que el nitrato. Una ingesta elevada tanto de nitritos como de nitratos pueden llevar a una saturación de los sistemas de detoxificación pudiendo observarse efectos tóxicos de ambos. El nitrito ejerce su toxicidad a través de 2 mecanismos.
 - 1) Formación de Nitrosaminas: son altamente carcinogénicas en hígado y riñón.
 - 2) Oxidación de la Hemoglobina: el nitrito es capaz de oxidar el Fe en estado ferroso a férrico dando lugar a la denominada **metahemoglobina** de color amarronado perdiendo su capacidad de unión al oxígeno. Por esta causa la metahemoglobina puede llevar a muerte por hipoxia.
- **fluoruro:** si bien una determinada cantidad es necesaria para el mantenimiento del esmalta dental, el exceso puede provocar fluorosis dental y ósea, lo que termina produciendo una sustitución en la matriz del hueso que lo vuelve más frágil y quebradizo.
- **arsénico:** Se pueden producir intoxicaciones agudas severas por la ingestión de dosis no muy altas de arsénico y también intoxicaciones crónicas por efecto acumulativo. El consumo de Arsénico produce lesiones dermatológicas denominadas arsenismo, además aunque no se ha comprobado fehacientemente, hay trabajos que correlacionan altos contenidos de arsénico en aguas de consumo con elevados índices de cáncer de piel en la población de la zona afectada.. El límite tolerable se ha fijado provisionalmente y en la provincia de Santa Fe se estableció un límite superior al que especifica el Código Alimentario Argentino.
- **plomo:** Las aguas naturales rara vez presentan plomo, pero éste aparece por acción agresiva del agua de pH bajo con O₂ disuelto, sobre las cañerías

sobre todo si éstas son nuevas. Produce intoxicaciones por acumulación denominado saturnismo.

- **Enfermedades relacionadas con la higiene:** estas son las enfermedades evitables si se dispone de agua segura y en cantidad suficiente para la higiene personal y doméstica. Además de algunas enfermedades entéricas se incluyen entre estas algunas enfermedades de la piel como la tiña y de los ojos como el tracoma. También pueden incluirse las enfermedades asociadas a la infestación por insectos como la sarna y la pediculosis.

- **Enfermedades transmitidas a través del contacto con el agua:** son enfermedades transmitidas a través del contacto de la piel con agua infestada con organismos patógenos. La más importante de estas es la esquistosomiasis.

Control de calidad del agua potable

Existe un “Reglamento de Control de Calidad de Aguas Potables” basado en las normas de calidad de agua potable (Anexo A- Ley N° 11.220) realizado por la Gerencia de Control de Calidad del Ente Regulador de Servicios Sanitarios.

Esta reglamentación tiene por objeto definir lo que se entiende por aguas potables de consumo público y fijar con carácter obligatorio las normas técnico sanitarias para el control de calidad de las mismas, según la Ley N° 11.220. La misma será de aplicación en todos los servicios proveedores y/o distribuidores de agua potable de consumo público.

Los límites adoptados para los parámetros físicos químicos y microbiológicos, se basan en la Guía de la O.M.S (Organización Mundial de la Salud), representan el valor máximo de cada componente que garantiza que el agua sea agradable a los sentidos y no cause riesgo para la salud del consumidor.

Los valores límites se han establecido teniendo en cuenta el consumo de agua durante toda la vida. Excepcionalmente, la autoridad de control podrá tolerar exposiciones breves a concentraciones más elevadas de algunos parámetros químicos que no entrañan riesgo por su toxicidad.

El análisis de calidad de agua consta de:

1) **toma de muestra:** Es una etapa decisiva para evaluar correctamente un agua al realizar el análisis. Deben cumplirse ciertos requisitos para que los resultados sean representativos fielmente de la calidad del agua. Se deben tomar varias muestras en:

a) la fuente de aprovisionamiento:

- superficiales (ríos, arroyos, estanques, lagos): no tomar muestras cuando llueve o sopla viento, tampoco en zonas cercanas a las descargas cloacales o industriales. Se deben tomar las muestras a mediana profundidad y lejos de la costa. Si se tomara de la superficie, contendrían materias extrañas en suspensión y si fuera cercana al fondo se pueden remover depósitos naturales o incorporar cantidades de sustancias que habitualmente no están presentes.

- pozos: tomar de grifos del caño ascendente de la perforación o inmediato a ella.

b) en las etapas de purificación si las hay: tomar la muestra a la salida del establecimiento o lugar de tratamiento para verificar se ha cumplido con el objetivo prefijado.

c) en la red de distribución: El control de la red de distribución debe hacerse en varias terminales para evaluar si se produjo deterioro de la calidad por la existencia de tanques intermediarios en mal estado de conservación o rotura de cañerías, etc.

Deben tomarse dos muestras:

- para análisis químico: un litro de agua en envase de vidrio neutro o plástico perfectamente lavado y enjuagado varias veces con el agua a analizar. Cuidar que no se introduzcan sustancias extrañas con tapones que no correspondan al envase (corchos, etc.) Si se trata de perforaciones nuevas, el pozo debe trabajar durante dos horas diarias por el lapso de un mes como mínimo antes de evaluar la calidad.

Si son instalaciones en desuso, dejar correr el agua por ocho o diez horas para purgar la cañería.

- para análisis bacteriológico: utilizar un recipiente estéril y tomarla en condiciones de esterilidad.

2) análisis Físico-Químico:

- las *características físicas* se determinan porque valores mayores a los aceptados representan una deficiencia en el tratamiento del agua (proceso de potabilización) o un desmejoramiento en el sistema de distribución. También porque aguas que presentan turbidez, olor, etc, son rechazadas por el consumidor. Lo que se determina es:

- TURBIEDAD: se debe a la presencia de materia en suspensión: arcilla, materia orgánica finamente dividida, microorganismos, etc. Confiere al agua un aspecto desagradable además en las partículas en suspensión pueden depositarse microorganismos siendo más dificultosa la desinfección del agua por medio del tratamiento con cloro. Se determina por comparación con una escala de patrón de turbiedad conocida.

- COLOR: se puede deber a la presencia de ciertos minerales como hierro y manganeso o bien tener su origen en la descomposición de materia orgánica.

- OLOR: se debe a distintas causas: desarrollo de microorganismos o descomposición de materia orgánica, contaminación de la fuente de aprovisionamiento con líquidos cloacales o industriales, formación de compuestos aromáticos resultantes del tratamiento químico del agua para su potabilización.

- SABOR: todas las aguas potables poseen un cierto sabor que si no es francamente desagradable llevan al acostumbramiento y la aceptación por parte del usuario.

- *características químicas:*

- pH: en las aguas de pozo no tratadas se admite un límite entre 6.0 y 8.5 (hasta 9.2). se recomienda un pH mayor de 7 pues aguas ácidas actúan sobre las cañerías de plomo disolviéndolo y aumentando por lo tanto la concentración de Pb en el agua.

- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES: las aguas que posean baja salinidad son agresivas, generalmente muy ácidas, por lo que se fija un límite mínimo y se considera como límite máximo 2800 mg/l, sin embargo hay zonas, incluso de nuestro país donde se consumen aguas más salobres que lo recomendado. Valores altos de sales confieren al agua sabor desagradable, precipitación de sales en la cocción de alimentos, depósitos e

incrustaciones en calderas y recipientes de uso doméstico, corrosión en las instalaciones, etc. Además en algunos casos pueden presentar efecto laxante.

- **ALCALINIDAD:** se debe principalmente a la presencia de carbonatos y bicarbonatos y con menor frecuencia a iones hidróxido. Algunos aniones de ácidos débiles como fosfatos, boratos o silicatos pueden contribuir ocasionalmente en el valor de la alcalinidad.

- El límite máximo se fija por el sabor desagradable que confiere el agua y que lleva a ser rechazada por el consumidor.

- El límite mínimo de 30 mg/l se basa en que aguas con muy baja alcalinidad ejercen acción corrosiva en las cañerías. Las agua subterráneas suelen tener valores de alcalinidad superiores a las superficiales.

- **DUREZA:** esta relacionada principalmente con la presencia de iones Ca y Mg, aunque cationes como Al, Mn, Fe, Zn, etc. en cantidades elevadas también producen dureza. La importancia de su determinación es sobre todo de orden económico, pues aguas con dureza elevada producen elevado consumo de jabón en el lavado, endurecimiento de los vegetales durante la cocción, así como también formación de incrustaciones en calderas y cañerías. El límite mínimo se fija igual que en el caso de la alcalinidad, por la posible corrosión que pueden ejercer aguas demasiado blandas. La dureza puede dividirse en

- temporaria: dada por carbonatos, cuando se hierve el agua precipitan
- permanente: dada por sulfatos , aún cuando se hierve el agua siguen quedando en solución.

- **IONES:** los más importantes son: ver tabla N° 2

Tabla N° 2:

IONES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO	IMPORTANCIA
CLORURO	400 mg/l	250mg/l	Valores altos no son perjudiciales para la salud, pero confieren sabor desagradable y ejercen acción corrosiva sobre las instalaciones. Aumento en la cc.

			de Cl de un agua controlada puede alertar sobre la posible contaminación con pozos ciegos, debido al alto contenido de cloruros en la orina.
SULFATOS	400mg/l	200mg/l	El límite máximo, es fijado por el sabor desagradable que confiere al agua. En algunas personas puede ejercer acción laxante sobre todo cuando no están habituadas a su consumo.
HIERRO Y MANGANESO	0.3mg/l 0.1mg/l	0.1mg/l 0.05mg/l	La importancia del valor fijado como límite se debe a que confieren sabor astringente y turbiedad al agua, provocan manchado artefactos sanitarios y telas, además de depósitos de sales en las cañerías
AMONIACO	0.2mg/l	-	Las concentraciones en que puede encontrarse en el agua no ocasionan trastornos para la salud, su presencia tiene importancia como indicador de contaminación ya que es común que como resultado del metabolismo microbiano el N orgánico sea transformado en amoníaco y en etapas posteriores en nitritos y nitratos, por lo que es aconsejable evaluar este resultado con el examen bacteriológico.
NITRITOS Y NITRATOS	0.10mg/l 45mg/l	25mg/l	El límite máximo permite un margen amplio de seguridad ante posibles intoxicaciones (metahemoglobinemia) por pasaje de nitrato a nitrito por bacterias intestinales. El nitrato interviene en la formación de nitrosaminas de potencial acción carcinogénica.
FLUORURO	1.5mg/l	Mínimo 0.8mg/l	Es necesario para el mantenimiento del esmalte dental, el exceso puede provocar fluorosis dental y ósea.
ARSENICO	100mg/l	50mg/l	Puede producir intoxicaciones agudas severas por la ingestión de dosis no muy altas de arsénico y también intoxicaciones crónicas por efecto acumulativo.

			Provoca problemas dermatológicos (hidroarcenismo) y esta relacionado con el cáncer de piel.
PLOMO	0.05mg/l	-	Produce intoxicaciones por acumulación (saturnismo)

análisis microbiológico: la valoración del riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua no es fácil. La probabilidad de ser víctimas de una enfermedad de este tipo tiene que ver con muchas variables, entre otras el tipo y número de patógenos ingeridos, su virulencia y el estado del huésped. Existen distintas formas de evaluar la calidad microbiológica del agua:

- *identificación e enumeración de los patógenos:* esto sería un enfoque directo del problema, pero como veremos tiene varias limitaciones:
 - no existe un procedimiento único que puede emplearse para probar la presencia de patógenos. Cada tipo de patógeno debe probarse separadamente, usando diferentes técnicas de laboratorio y pruebas que no siempre son muy sencillas.
 - la mayoría de las técnicas se adecuan mejor a aguas fuertemente contaminadas o sea con un recuento alto de patógenos. Esta no es la situación habitual en aguas de bebidas o aguas tratadas, por lo que la búsqueda de patógenos será más difícil, costosa y menos confiable.
 - también presenta una limitación severa en la evaluación del riesgo de transmisión de enfermedades por el agua, sólo puede evaluar el riesgo en muestra que efectivamente contengan el patógeno en cuestión, pero no informa sobre el riesgo respecto a otros patógenos, ni tampoco con respecto al mismo patógeno en situaciones posteriores. Esto es, si existe la contaminación con aguas residuales y en ese momento no existe ningún caso de enfermedad, la búsqueda de ese patógeno dará negativo, pero en cambio si aparece un portador de ese patógeno, el riesgo cambia.

Debido a las limitaciones de este método se utiliza el siguiente:

- *microorganismos indicadores:* estos no tienen necesariamente una relación directa con el número de patógenos presentes en una muestra de agua, sino que se dirigen más a evaluar el grado en que ha sido contaminada el agua con heces humanas o de otros animales de sangre caliente. Entonces en vez de intentar determinar el riesgo real de una enfermedad específica mediante el consumo de agua, esta prueba brinda

una medida de la posibilidad de transmisión por agua de cualquier tipo de enfermedad como consecuencia de la contaminación fecal.

Características deseables de los organismos indicadores

1. Deben ser útiles tanto para agua cruda o tratada
2. Los organismos indicadores deben estar presentes en agua de alcantarillado y residuales cuando existen patógenos
3. Deben estar presentes en agua contaminada cuando no existan patógenos
4. Deben estar presentes en el agua contaminada en número mayor que los organismos patógenos.
5. La población de organismos indicadores debe tener una correlación con el grado de contaminación
6. Deben ser fáciles de identificar mediante pruebas de laboratorio simples y en período de tiempo corto.
7. No deben multiplicarse en condiciones en que los patógenos no lo hacen.
8. El tiempo de supervivencia en condiciones desfavorables debe ser mayor que para los patógenos
9. Además deben ser resistentes a los desinfectantes.

Como es de esperar, no se ha encontrado ningún organismo indicador que cumpla con todos los criterios. Pero en 1884, estudios realizados por Escherich establecieron que en los intestinos del hombre se presentaba una numerosa población de bacterias específicas, bacilos gram (-), y se reconoció que la presencia de estos organismos en el agua podría interpretarse como evidencia de contaminación con materia fecal. El grupo coliforme incluye a E. Coli y a otras bacterias de origen fecal y no fecal.

Este grupo cumple con varios de los criterios anteriormente mencionados pero también tiene limitaciones como por Ej. que este grupo incluye bacterias que no tienen relación con el origen fecal y además son capaces de multiplicarse en las instalaciones de tratamiento de aguas. Con respecto a la supervivencia en corrientes y sistemas de tratamiento, los organismos coliformes generalmente sobreviven más tiempo que la mayoría de las bacterias patógenas comunes. Algo similar sucede con los desinfectantes mientras los coliformes y los patógenos tienen una sensibilidad parecida los virus son más resistentes. A pesar de estas limitaciones, su uso como indicador está ampliamente difundido.

Dentro de éste grupo se encuentran los *coliformes fecales* son los microorganismos con mayor probabilidad de haberse originado en los intestinos. Como grupo indicados muestran una mejor correlación con el grado de contaminación fecal. Y como es lógico el cambio de coliformes a coliformes fecales implica una reducción del número de organismos permisibles, ya que estos son menos numerosos que los anteriores.

Otros organismos indicadores son los *estreptococos fecales* han sido utilizados para control de contaminación. Pero en el hombre las bacterias coliformes son mucho más abundantes. La relación coliformes/estreptococos es siempre mayor a 4.0 en aguas residuales domésticas, mientras que la relación para las aguas residuales de granja (donde se vuelcan heces de aves de corral, gatos, perros y roedores⁹ es menor a 0.7. Por lo tanto pueden servir para conocer la fuente probable de contaminación haciendo el cociente entre los recuentos.

Las determinaciones que se realizan para evaluar la calidad microbiológica del agua son:

- 1) recuento de colonias mesófilas aerobias totales Valor límite: > 500 UFC/ml
- 2) recuento de coliformes totales. Valor límite: <3 NMP/ml (Número más probable por ml)
- 3) *Pseudomona aeruginosa*. Valor límite: ausencia en 100 ml

Análisis de la situación de Piamonte

Para poder conocer cuál es la situación del pueblo con respecto a este tema se buscó información en distintas entidades de la localidad.

- *En el Laboratorio de Análisis de Agua del colegio secundario:* se obtuvieron los resultados de análisis de agua de distintas casas localizadas en diversas partes del pueblo. Algunas de ellas presentan conexión de cloacas y otras no. El estudio efectuado sobre la calidad del agua revela que la mayoría de las muestras analizadas contiene un valor excedido de nitratos, indicador de contaminación orgánica.

- *En el SAMCo del pueblo:* se obtuvieron datos del Informe Epidemiológico que comprende el período desde 12/2002 a 31/12/2005. La información relevante al tema tratado es:

⇒ Brote de Hepatitis A

Población por grupo etáreo

Edad	Población	Casos de Hepatitis A
< 1 año	54	-----
1 – 4	203	13
5 – 9	282	41
10 – 14	285	20
15 – 19	288	3
20 – 34	639	12
35 – 49	638	5
50 y más	1226	0
Total	3615	94

Al ubicar los casos en un plano del pueblo se observa que ninguna de las viviendas donde habitan los enfermos están conectadas a las cloacas. Ver mapa adjunto.

⇒ Casos de diarrea en consultorio externo

- Período 15/12/02 al 7/02/04: 103 casos
- Período 8/02/04 al 31/12/2005: 161 casos

No están especificadas las causas ni identificados los afectados.

- *En la Comuna* : donde se obtuvo información sobre las cloacas:

- Total: 550 viviendas
- Conectadas 400 viviendas
- En construcción: 35 cuadras
- La localización de las cloacas puede observarse en el mapa adjunto.

- *Datos aportados por personas de la localidad*: entre ellas:

- propietarios de un campo lindante con la zona urbana, donde se cría hacienda bovina.
- Médico Veterinario a cargo de la atención de los animales de dicho campo
- Ingeniero químico que realizó los análisis de agua

Se me informó que los animales que se encontraban en el campo presentaban retrasos en el crecimiento, debilidad, problemas en el pelaje y no aumentaban de peso. Se hicieron estudios de todo tipo para detectar si era alguna enfermedad la que causaba estos síntomas en los animales. Tras obtener resultados negativos se hicieron estudios del agua que utilizaban para dar de beber a los animales, donde se obtuvo en ella un elevado nivel de nitratos; esto podía ser la causa de las alteraciones encontradas en los animales ya que cuando este ion se encuentra en exceso produce una deficiente oxigenación de los tejidos del animal.

Al propietario del campo se le aconsejó realizar un pozo más profundo para la extracción del agua (semisurgente), al analizar esta agua el contenido de nitrato era mucho menor, y por información dada por el veterinario los animales presentaron mejoras. De esta información no se tienen los datos exactos ni los informes de los análisis de agua pero igual la incorporé en el trabajo porque la información suministrada por informantes claves de la comunidad, es una forma más de poner en

Alternativas de provisión de agua potable

Existen distintas soluciones posibles, aunque presentan ventajas y desventajas:

1) Recarga artificial de acuíferos: este tipo de obra trata de recolectar los excedentes superficiales de las precipitaciones y conducirlos a un embalse con fondo permeable. En los alrededores del embalse se hacen pozos, a los que llega el agua subterránea y la proveniente del embalse. Esta recarga desde el embalse, impide que el nivel dentro de los pozos, baje a grandes profundidades, evitando que la bomba tome el líquido desde los niveles inferiores, donde, en esta zona de la Pcia. de Santa Fe, se encuentra con elevado contenido de sales, utilizando como filtro natural para mejorar la calidad del agua extraída, al suelo que debe atravesar entre el embalse y el pozo

Este tipo de obras, en esta zona, en la mayoría de los casos no ha tenido buenos resultados. Fue implementada en distintas localidades de las cuales solo funciona en forma satisfactoria en Colonia Belgrano, mientras que en San Jorge, El Trébol y Cañada Rosquín, lo hacen, pero con niveles de calidad y/o cantidad inferiores a los esperados.

Esto se debe fundamentalmente a falencias en los cálculos hidrológicos, ya que normalmente el volumen real del excedente de lluvias es inferior a lo esperado, lo que hace que la recarga a las perforaciones sea inferior a la adecuada para extraer el volumen necesario, lo que trae como consecuencia, que esas perforaciones tomen agua desde donde el contenido salino está por encima de lo aceptable para el consumo humano, (San Jorge) o bien que para mantener la calidad se deba extraer un volumen restringido para abastecer a toda la población (El Trébol)

Otro motivo que puede hacer al mal funcionamiento de estas obras es que no se hayan respetados las indicaciones en cuanto a mantenimiento que se realizaron en los correspondientes estudios hidrológicos, (por ejemplo: mantenimiento de canales). También esto se puede deber a la sobreexplotación por aumento de la población a abastecer, por ejemplo, la obra en la Ciudad de San Jorge fue proyectada para abastecer a 5.000 habitantes, con una dotación de 120 lts./día. Debido a que este tipo de obras fue encarado individualmente por algunas localidades y ha fracasado. La descalifica como una posible solución en la zona.

2) Osmosis inversa: es un proceso basado en una propiedad de las suspensiones coloidales llamada “presión osmótica”. Debido a esta propiedad, si en un recipiente dividido por una membrana semipermeable, colocamos de un lado agua con una cierta concentración de sales y del otro lado agua pura (o con menor contenido de sales), como por la propiedad de difusión, las suspensiones salinas tienden a igualar las concentraciones ya que por la membrana semipermeable no pueden pasar las sales, se produce el paso de agua pura hacia la concentrada, tratando de esta forma que se igualen las concentraciones en ambos lados.

Este pasaje se va a dar hasta una cierta diferencia de altura entre ambos lados, de forma tal que la presión hidrostática equilibre a la presión de la diferencia salina. Cuando el paso de agua cesa, esa diferencia de presión se llama “presión osmótica”.

La Osmosis inversa consiste en “invertir” este fenómeno, lo que se logra haciendo presión en el sector del agua contaminada, provocando de esta forma el paso de agua desde el sector contaminado hacia el del agua pura, quedando retenidos en la membrana semipermeable los contaminantes.

Las aguas que ingresan a la planta tienen un grado de contaminación muy alto, ya que de otra forma no se justificaría la construcción de este tipo de plantas. Estos contaminantes son separados del agua pero no desaparecen, lo que crea un nuevo problema: donde depositarlos, si el lugar de depósito no es elegido correctamente, puede contaminar el agua que se extrae para consumo o traer otro tipo de problemas derivados de la contaminación en sí, que aumentan a medida que los volúmenes procesados son más grandes. Aunque en algunas localidades esto se soluciona debido a que este residuo concentrado en sal es excretado junto con el agua proveniente de las cloacas. De esta manera se ve disminuida la concentración de sal, dejando de ser un problema.

El costo de estas plantas es muy elevado, también son muy elevados los costos de operación (se requiere elementos importados) y mantenimiento. Esto habla por sí solo, de las desventajas del sistema.

3) Acueducto: la tercera posibilidad es transportar agua potable desde un lugar de fácil obtención de la misma hasta la zona afectada mediante un acueducto. En

este proyecto quedarían involucradas todas las poblaciones de la zona favoreciendo de esta forma la integración y desarrollo regional.

La seguridad en cuanto al volumen aportado es mayor que en las otras alternativas y el costo del tratamiento bastante menor.

Conclusión

El tema del AGUA no es un tema simple debido a que es un recurso limitado en la naturaleza y a la vez imprescindible. Los requerimientos de la misma están aumentando cada día mas conjuntamente con el crecimiento de la población y las fuentes parecen agotarse siendo los responsables nosotros mismos, no sólo porque la consumimos sino porque contaminamos las mismas fuentes de donde la obtenemos. En el caso de las poblaciones que se abastecen de agua superficial que extraen del río mas cercano, porque utilizan el mismo río como receptor de los desechos cloacales. En el caso de las aguas subterráneas, por un lado, porque pueden agotarse los acuíferos cuando aumenta mucho la demanda y por otro lado, en los lugares donde no hay cloacas o donde éstas se construyeron hace poco tiempo se utilizaron por años pozos sépticos para la eliminación de los desechos cloacales; esto produjo una contaminación muy grande de los acuíferos lo que hace que hoy sea imposible utilizarlos para el consumo y en algunos casos también para la higiene. A su vez se convierte en un problema económico ya que en las localidades donde no se da ninguna alternativa de provisión agua potable a la población, la gente debe comprar el agua lo que hace que no sea accesible para todos y que se consuma igualmente el agua aunque no sea apta.

La preocupación por brindar a todos los habitantes del país agua potable debería ser una problemática a resolver a nivel nacional, o provincial. Como esta realidad parecería no ser posible, cada localidad debería hacerse cargo del suministro de agua segura a su población.

En el análisis de la realidad en Piamonte, mi posición ante el tema es algo escéptica en cuanto a su solución por los siguientes motivos que fundamento:

- La calidad del agua: no apta para el consumo y en muchos casos tampoco para la higiene personal y de alimentos, por su alto contenido de sales; dificulta los procesos de potabilización y la falta de cloacas en una amplia zona del pueblo hace que en numerosas viviendas los pozos sépticos, sigan por años contaminando las napas.
- La falta de toma de conciencia del problema, o la falta de medios económicos para adquirir el agua potable en bidones: favorece el desarrollo de las enfermedades mencionadas, a las que se pueden agregar numerosos casos de muerte por cáncer que, aunque no pueden ser comprobadas las causas podría este hecho estar relacionado con

el alto contenido de nitrato en el agua, debido a que se transforma en nitrosaminas que como ya se explicó son potentes cancerígenas.

- De las alternativas de provisión, tal vez todas pudieran ser factibles pero debido a la idiosincrasia de la población, las dos primeras dado sus costos no están en las posibilidades de quienes podrían darle solución. En el caso de los acueductos, hubo varios intentos para conectar al pueblo con alguno cercano, pero la situación geográfica de Piamonte: por quedar aislada de las rutas principales, dificulta la conexión a redes de agua potable ya existentes, que fueron diseñadas para abarcar la mayor cantidad de pueblos posibles.

Esta realidad que surge al analizar la situación de la contaminación del agua que se consume en Piamonte y que parece no tener solución a corto plazo, me hizo reflexionar sobre la importancia de trabajar en mi pueblo donde, como Bioquímica estaría involucrada en la salud de la población, por lo que desde mi lugar en mi futura profesión estaría dispuesta a difundir información y movilizar a pensar en la importancia de buscar soluciones entre toda la comunidad a este problema ya instalado y aceptado; porque el agua, como recurso natural, es un bien colectivo y por lo tanto es una responsabilidad de todos.

ANEXO

- Informes de análisis de agua de distintas viviendas del pueblo realizados en el Laboratorio de Análisis de agua del Colegio Secundario.

1) E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sr. Miguel Ríos

Fecha: 07/04/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.13
Sólidos disueltos totales:	1140 mg/l
Dureza total:	50 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	561mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	561 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	169 mg/l Cl
Sulfatos:	70 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	No posee mg/l NO ₂ -.
Nitratos:	87mg/l NO ₃
Arsénico:	-----

Observación: valor excedido de nitratos

2) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sr. Oreste Ramonda

Fecha: 05/05/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.63
Sólidos disueltos totales:	2100 mg/l
Dureza total:	1020 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	660 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	660 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	346 mg/l Cl
Sulfatos:	70 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	1,6 mg/l NO ₂ -
Nitratos:	225 mg/l NO ₃
Arsénico:	-----

Observación: valor excedido de dureza, nitritos, nitratos, no se recomienda su uso para consumo humano.

3) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sr. Jorge Arcando

Fecha: 05/05/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.95
Sólidos disueltos totales:	2280 mg/l
Dureza total:	192 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	935 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	935 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	391 mg/l Cl
Sulfatos:	195 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	0,03 mg/l NO ₂ -
Nitratos:	225 mg/l NO ₃
Arsénico:	-----

Observación: valor excedido de bicarbonatos y nitratos, no se recomienda como agua de consumo.

4) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sra. Zully Ferreyra

Fecha: 02/06/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.16
Sólidos disueltos totales:	1520 mg/l
Dureza total:	120 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	578 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	578 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	195 mg/l Cl
Sulfatos:	140 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	No posee mg/l NO ₂ -
Nitratos:	160 mg/l NO ₃
Arsénico:	0,1 mg/l As

Observación: valor excedido nitratos.

5) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sr. José María Mana

Fecha: 02/06/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.43
Sólidos disueltos totales:	2980 mg/l
Dureza total:	300 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	660 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	660 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	604 mg/l Cl
Sulfatos:	550 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	No posee mg/l NO ₂ -
Nitratos:	180 mg/l NO ₃
Arsénico:	0,05 mg/l As

Observación: valor excedido de SDT, cloruros, nitratos y sulfatos.

6) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sra. Jorgelina Yanno

Fecha: 03/08/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.06
Sólidos disueltos totales:	1440 mg/l
Dureza total:	94 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	644 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	644 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	98 mg/l Cl
Sulfatos:	115 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	0,04 mg/l NO ₂ -
Nitratos:	208 mg/l NO ₃
Arsénico:	0,1 mg/l As

Observación: valor excedido de nitratos.

7) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sra. Danisa Astegiano

Fecha: 03/08/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	7.06
Sólidos disueltos totales:	1580 mg/l
Dureza total:	125 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	776 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	776 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	140 mg/l Cl
Sulfatos:	170 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	0,05 mg/l NO ₂ -
Nitratos:	172 mg/l NO ₃
Arsénico:	0,1 mg/l As

Observación: valor excedido de nitratos.

8) **E.E.M.P.I N° 8103 “José M. Estrada”**

PIAMONTE (Sta. Fe)

LABORATORIO DE AGUAS

Muestra: agua de pozo, domicilio, Sr. Horacio Spirolazzi

Fecha: 03/08/05

EXAMEN FÍSICO

Color:	incolora
Turbiedad:	no posee
Olor:	no posee

EXAMEN QUÍMICO

pH:	6,40
Sólidos disueltos totales:	1220 mg/l
Dureza total:	708 mg/l CaCO ₃
Alcalinidad total:	358 mg/l CaCO ₃
- Bicarbonatos:	358 mg/l CaCO ₃
- Carbonatos:	-----
- Hidróxidos:	-----
Cloruros:	89 mg/l Cl
Sulfatos:	49 mg/l SO ₄ ⁼
Nitritos:	0,1 mg/l NO ₂ .
Nitratos:	224 mg/l NO ₃
Arsénico:	0,01 mg/l As

Observación: valor excedido de dureza y nitratos.

- Informes de análisis de agua de un campo cercano al pueblo

1º Informe: valor de nitratos= 225 mg/l (no se tiene el informe)

2º Informe: después de realizar un pozo más profundo para la extracción de agua, valor de nitratos fue de 10 mg/l

Referencias Bibliográficas

- 1) Taborda C. J. Hugo Senador Provincial. **Agua potable para el centro oeste santafesino**
- 2) Giles J. Diputado Provincial, Gutierrez, Alvarez; **Acuífero Puelche. Una gran reserva de Agua en Peligro.** Consultado: 13/03/2006
http://www.ambienteecologico.com/ediciones/2001/077_01.2001/077_Columnistas_SilvinaLauraGutierrez.php3
- 3) Pacheco J. et. al. ; **Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas.** Artículo de Divulgación. Ingeniería 7-2 (2003) 47-54.
Consultado: 15/05/2006.
<http://www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/volumen7/fuentes.pdf>
- 4) Andriulo, Sasal, Portela. Grupo suelo del INTA Pergamino. Fertilización de cultivos en el partido de Pergamino. Contaminación de las Aguas Subterráneas 07-04-2005. Consultado: 13/03/2006.
<http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/pergamino/pe20050407/contaminación.asp>

Bibliografía

- Aguirre, Bersezio, Campana. **Estudio propuesta para abastecer de agua potable a localidades del centro oeste santafesino**. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. UNL.
- Ameriso, Dezorzi; **Tres comunas del sur santafesino toman agua no apta para consumo**; Diario La Capital; Octubre del 2000.
- Andriulo, Sasal, Portela. Grupo suelo del INTA Pergamino. **Fertilización de cultivos en el partido de Pergamino**. Contaminación de las Aguas Subterráneas 07-04-2005. Consultado: 13/03/2006.
<http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/pergamino/pe20050407/contaminación.asp>)
- Avendaño Fernández E. González Morera Pedro. **Curso Gestión Local en Salud para Técnicos de Atención Primaria**. U n i d a d M o d u l a r Nueve. Análisis de Situación Integral de Salud. (ASIS). Primera edición. Centro de Desarrollo Estratégico e Información en Salud y Seguridad Social (CENDEISSS). Universidad de Costa Rica. Vicerrectoría de Acción Social. Facultad de Medicina. Escuela de Salud Pública. 2004. Consultado:01/03/2006. URL: <http://www.cendeiss.sa.cr/cursos/nueve.pdf>
- **Ciclo del nitrógeno**. Libro electrónico. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Tema4. Consultado: 10/05/2006.
<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/135CicN.htm>
- **Contaminación de las aguas subterráneas**. Libro electrónico. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Tema 11.Consultado:16/05/2006.
<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/170AgSub.htm>
- **Contaminación del suelo**. <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm>
- Cuniglio, Barderi, Bilenca, etc. **Biología y Ciencias de la tierra** ; Segunda edición; Bs. As. Argentina; Editorial Santillana; 2004.
- Diana Durán; **La Argentina Ambiental**; Bs. As. Argentina; Lugar Editorial S.A. 1998.

- **El manejo del agua en el sector rural de la región pampeana argentina-**
Facultad de Ciencias agrarias- UNR. Consultado 13/03/2006.
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/extensión/agromensajes/16/1AM16.htm>
- Foguelman, Urda. **El agua en Argentina.** Red Federal de Formación Docente Continua.
- Giles J. Diputado Provincial, Gutierrez, Alvarez; **Acuífero Puelche. Una gran reserva de Agua en Peligro.** Consultado: 13/03/2006
http://www.ambienteecologico.com/ediciones/2001/077_01.2001/077_Columnistas_SilvinaLauraGutierrez.php3
- Malandra C., Oitana A. (2001); **“Agua de Mesa”.** Tesis de Técnico Universitario en Tecnología de Alimentos. Instituto Politécnico Superior Gral. San Martín. Universidad Nacional de Rosario.
- Martinengo M. L.(2005); **“Hidroarsenismo en María Susana”** . Tesis de Licenciatura en Educación para la Salud. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Rosario.
- Muzzanti, Espinoza; **“El ecosistema y la preservación del ambiente”.** Bs. As. Argentina. Editorial Longseller S.A.
- Pacheco J. et. al. ; **Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas.** Artículo de Divulgación. Ingeniería 7-2 (2003) 47-54.
Consultado: 15/05/2006.
<http://www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/volumen7/fuentes.pdf>
- Pacheco J. et. al.; **Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos.** Artículo de divulgación. Ingeniería 6-3 (2002) 73-81. Consultado: 15/05/2006.
<http://www.uady.mx/sitios/ingenier/revista/volumen6/análisis.pdf>
- Reglamento de Control de Calidad de aguas potables. **Normas de calidad de agua potable.** Anexo A- Ley N° 11.220. Gerencia de Control de Calidad Ente Regulador de Servicios Sanitarios 1996.
- **Resúmenes Metodológicos en Epidemiología: Análisis de la situación de salud (ASIS).** Boletín Epidemiológico /OPS, Vol.20,No.3 (1999). Consultado: 01/03/2006. URL: http://www.paho.org/spanish/sha/BE_v20n3.pdf.

- Revelant; **Agua en los alimentos. Agua de bebida;** Apuntes de clase de la asignatura Bromatología perteneciente a la Cátedra Química Analítica de Alimentos, Departamento de Química Analítica, de la carrera de Bioquímica. No publicado.
- Schroh; **En defensa de nuestro Planeta,** Bs. As. Argentina; Editorial Juan Carlos Akian; 1997.
- Taborda C. J. Hugo Senador Provincial. **Agua potable para el centro oeste santafesino.**

