



Universidad de Concepción del Uruguay

Facultad de Ciencias Agrarias

Centro Regional Rosario

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRITO EN AGUA DE POZO Y AGUA DE RED EN LA CIUDAD DE PÉREZ – SANTA FÉ

Autor: RUIZ AGUSTÍN ALEJANDRO

Tesina presentada para completar los requisitos del plan de estudio de la
Licenciatura en Bromatología.

Director: FITTIPALDI DUILIO

Rosario, Diciembre 2018

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
OBJETIVOS.....	6
ANTECEDENTES.....	7
HIPÓTESIS.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO.....	24
REFERENTE EMPÍRICO.....	24
MUESTRA	24
VARIABLE	25
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
MÉTODO	26
RESULTADOS.....	28
DISCUSIÓN	33
CONCLUSIÓN	38
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	43

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

RESUMEN

El agua es de una importancia vital para el ser humano, así como para el resto de animales y seres vivos que nos acompañan en el planeta Tierra.

La población consume cada vez mayores cantidades de agua, es por esto que cuando se realizan perforaciones se deben tener recaudos para evitar contaminar los acuíferos.

La siguiente investigación está basada en la calidad del agua de la ciudad de Pérez, ubicada en el sudoeste de la provincia de Santa Fé.

El agua de dicha ciudad, se extrae de fuentes subterráneas. La cooperativa COOPESER, extrae el agua de los acuíferos Pampeano y Puelchense, y luego del tratamiento de potabilización es enviada por la red alcanzando toda la zona urbana. También existen en domicilios particulares y fundamentalmente en la zona rural pozos que extraen el agua de la napa freática, que se encuentra contaminado por pozos sépticos y actividad agrícola-ganadera.

Luego de realizar el plan de muestreo, hacer las extracciones y los análisis pertinentes; se llegó a la conclusión de que el agua de red y de pozo, en cuanto a la concentración de nitrito, es apta para el consumo de sus habitantes, estando dentro de los parámetros establecidos en el Código Alimentario Argentino.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

INTRODUCCIÓN

El agua es de una importancia vital para el ser humano, así como para el resto de animales y seres vivos que nos acompañan en el planeta Tierra. La escasez de agua es un problema que tiene lugar en todas partes del planeta. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. En la Tierra, se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, pero es salada y si bien existen métodos para desalinizarla, es un proceso muy costoso. Sólo el 3.5% es dulce, los glaciares y casquetes polares tiene el 1,75%, los depósitos subterráneos en acuíferos¹, suponen el 1,70% y el restante 0,05% se reparte en orden decreciente entre lagos, la humedad del suelo, Atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce se consume en la agricultura, el 20% en la industria y el 10% restante representa el consumo doméstico.

La población consume cada vez mayores cantidades de agua, es por esto que cuando se realizan perforaciones se deben tener recaudos para evitar contaminar los acuíferos.

En la ciudad de Pérez, provincia de Santa Fé, el agua para el suministro de la ciudad, tiene un alcance de toda la zona urbana y queda excluida la zona rural. Recibe un tratamiento de potabilización que incluye un filtrado a nivel de extracción, decantación en taques de almacenamiento y cloración (hipoclorito de sodio); y se obtiene de 2 perforaciones:

La primera perforación es desde la superficie hasta los 30 metros, donde se encuentra el acuífero Pampeano compuesto por limos arenosos. El superior también llamado napa freática² se encuentra contaminado por pozos sépticos³ y actividad agrícola-ganadera, siendo el más utilizado en los domicilios particulares.

¹ **Acuífero:** formación geológica en las cuales se encuentra agua y que son permeables permitiendo así el almacenamiento de agua en espacios subterráneos.

² **Napa Freática:** Es la primer capa de agua subterránea que se encuentra al realizar una perforación.

³ **Pozos Sépticos:** alternativa para realizar el tratamiento primario de aguas residuales en poblados donde no se cuenta con sistemas de alcantarillado.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

Por debajo hasta los 90 metros, se encuentra la segunda perforación hasta el acuífero Puelchense, compuesto por una secuencia de arenas cuarzosas, finas y medianas blanquecinas y amarillentas.

Existen también perforaciones particulares para abastecerse de agua, las mismas van desde la superficie hasta llegar a la napa freática. En estos lugares al no tener cloacas para volcar los residuos domésticos, también realizan perforaciones denominadas cámaras sépticas destinadas para tal fin.

Es el acuífero más importante y el más utilizado de la Provincia en cuanto a la calidad de las aguas que se extraen y a los caudales de explotación. Además posee enormes dimensiones. Su límite norte es la ciudad de Vera en Santa Fe y se extiende por gran parte de la provincia de Buenos Aires, hasta la Bahía de Samborombón. Presenta una notable variación respecto a la salinidad de las aguas, que aumenta de norte a sur y de este a oeste.



(Acuífero Puelchense)

La profundidad del agua freática correspondiente al Acuífero Pampeano varía entre menos de 5 y más de 20 metros, siendo la más frecuente entre 10 y 15 metros. Profundidades menores de 5 metros generalmente derivan en acuíferos de alta vulnerabilidad respecto a la contaminación, mientras que las mayores de 20 metros se asocian con acuíferos de baja vulnerabilidad. La franja intercalada (5 a 20 metros), puede considerarse como de vulnerabilidad media. Este concepto carece de valor práctico si no se lo asocia con el de riesgo, que implica la existencia de

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

actividades que generen un peligro potencial o comprobado para la contaminación del agua subterránea.

La mala calidad del agua subterránea puede ser debida a causas naturales o a las actividades antropogénicas⁴. (Sánchez San Román, 2011)

Las principales actividades humanas que generan contaminación de las aguas subterráneas se pueden englobar en los siguientes grupos:

- Residuos sólidos urbanos: Normalmente depositados en superficie, alcanzan la superficie freática los líquidos procedentes de los propios residuos o el agua de lluvia infiltrada a través de ellos, que arrastra todo tipo de contaminantes orgánicos e inorgánicos.
- Aguas residuales: Las aguas residuales de los núcleos urbanos se vierten a cauces superficiales o en pozos sépticos. Aportan diversas sustancias contaminantes: Detergentes, Nitratos, Bacterias y virus, materia orgánica disuelta.
- Actividades agrícolas: Muy difíciles de controlar al tratarse de contaminación difusa sobre grandes extensiones. Fertilizantes y plaguicidas, aportan al agua compuestos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En algunos casos, se ha calculado que hasta el 50 % de los nitratos usados como fertilizantes llega al acuífero por infiltración.
- Ganadería: De los residuos de los animales proceden compuestos nitrogenados, fosfatos, bacterias, cloruros.
- Actividad industrial: Las vías de contaminación y las sustancias contaminantes son tan variables como los tipos de industrias.

⁴ Actividades Antropogénicas: efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

JUSTIFICACIÓN

Debido al desgaste de los suelos, la contaminación natural del agua subterránea, las actividades antropogénicas y la cercanía de las perforaciones de agua particulares, ocurren casos de contaminación de las napas, filtrándose residuos inorgánicos y biológicos y es preocupante el estado del agua en la ciudad de Pérez.

Es muy importante el control del agua ya que los componentes químicos que ingresan al organismo, ya sea a través de los alimentos o por su ingesta, producen enfermedades que ponen en riesgo la salud de quienes la consumen, como por ejemplo metahemoglobinemia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la calidad del agua de pozo en comparación con el agua de red de la ciudad de Pérez, provincia de Santa Fé en el período julio – septiembre de 2018?

OBJETIVOS

General:

- Comparar la concentración de nitrito del agua de pozo y red de Pérez en el período julio – septiembre de 2018.

Específicos:

- Determinar método para la toma de muestras.
- Determinar recipientes para la toma de muestras.
- Extraer muestras en la red de distribución, cada 15 días, durante 3 meses.
- Extraer muestras de pozos, cada 15 días, durante 3 meses.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

- Rotular muestras.
- Enviar muestras para análisis al laboratorio habilitado.
- Analizar datos obtenidos de los análisis.
- Comparar resultados con los límites establecidos en el Código Alimentario Argentino.
- Determinar el rol del nitrito conforme con los resultados obtenidos de los análisis químicos, como factible causa de problemas a la salud en niños, adolescentes y adultos.
- Establecer pautas para las posibles soluciones en caso de que los resultados de los análisis químicos arrojen valores mayores a los fijados por las normas.

ANTECEDENTES

Estado del agua subterránea respecto a la contaminación con agroquímicos en La Plata – Provincia de Buenos Aires. (Miguel Auge y María Inés Nagy. 2013)

El resultado de la investigación indica un bajo índice de contaminación con pesticidas y fertilizantes en el agua subterránea empleada para riego y consumo rural. El ámbito cultivado con hortalizas y flores, cubre 20.000 hectáreas en la vecindad de La Plata, que son regadas exclusivamente con agua proveniente de dos acuíferos. El más somero (Acuífero Pampeano), se desarrolla entre 5 y 45 metros de profundidad y el más profundo (Acuífero Puelchense), entre 50 y 75 metros.

La extracción es conjunta pues los pozos carecen de encamisado, captándose alrededor del 70% del agua empleada (76 hectómetros cúbicos/año) del Acuífero Puelchense y el resto (32 hectómetros cúbicos/año) del Pampeano. La frecuencia y el ritmo del riego dependen de varios factores (climáticos, tipo de cultivos, método de aplicación, prácticas de laboreo, tipo de suelo), pero en general se riega durante 6 meses (octubre a marzo), 10 horas por día, día por medio, utilizando unos 4.000 pozos. La extracción media anual es de unos 108 hectómetros cúbicos, la mitad de

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

los cuales retorna al subsuelo debido a la baja eficiencia del sistema de riego más empleado (surcos). Dado que se aplica una carga significativa de plaguicidas y fertilizantes a los cultivos y al suelo, se suponía un alto grado de deterioro en la calidad del agua subterránea, fundamentalmente debido a la magnitud del retorno. Sin embargo el resultado de los análisis señala un bajo índice de contaminación, menor en todas las muestras a los límites de potabilidad más exigentes, lo que apunta a una efectiva capacidad de fijación por parte del suelo y los cultivos.

Determinación del contenido de Nitratos y Nitritos en Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) Comercializados en la Ciudad de Osorno, Chile. (Emir Valencia, Eugenia Valenzuela, Roberto Quevedo, Vilma Aedo. 2014)

Se analizaron los niveles de nitratos y nitritos en el brócoli crudos y cocidos, provenientes de las regiones chilenas de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana, que se comercializan y consumen en la ciudad sureña de Osorno en Chile. En los productos crudos (nitratos extraídos con solución extractiva de cloruro de cadmio y cloruro de bario), se encontraron niveles de nitratos entre 521 y 5638 miligramos nitrato/ kilogramo, mientras que en los productos cocidos (nitratos solubles en agua hervida durante 10 minutos), no se detectaron trazas de nitrito y bajos niveles de nitrato (124 a 952 miligramos nitrato/ kilogramo). De los resultados se concluye que el brócoli estudiado es de buena calidad y están bajo los valores aceptables reportados en la literatura.

Estudio de la concentración de nitratos, nitritos y amonio en el agua de consumo del partido de Moreno – Provincia de Buenos Aires. (Natalia Rina Fernández. 2005)

Este trabajo se realizó con los objetivos de determinar la concentración de nitratos, nitritos y amonio en el agua de consumo del Partido de Moreno (Provincia de Buenos Aires), y establecer pautas para las posibles soluciones en caso de que

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

los resultados de los análisis químicos, arrojen valores mayores a los ya fijados por las normas. Actualmente, no se posee un conocimiento acabado de las concentraciones de nitratos en el agua de consumo en este sector de la Provincia de Buenos Aires, aunque hay indicios de que las mismas superan los valores establecidos por dichas normas en algunos Partidos del Conurbano Bonaerense. Se seleccionó un universo de estudio conformado por treinta establecimientos educacionales oficiales, en base a su ubicación geográfica dentro del partido y a las densidades poblacionales de cada localidad componente del mismo. Se tomaron muestras de agua de bebida de cada una de estas instituciones, considerando su adecuada preservación, conservación y respetando la cadena de custodia. Se adquirió información, por parte de su personal de trabajo, acerca de las características de estos establecimientos, principalmente de su abastecimiento de agua y disposición de líquidos cloacales. Finalmente se realizaron análisis químicos de las muestras extraídas. Se obtuvo como resultado de los mismos, que en un 40% de los sitios muestreados la concentración de nitratos en el agua de consumo superaba los límites permitidos por las normas vigentes de nuestro país, siendo la de nitritos en todos los casos menor, y la de amonio, en un único establecimiento, igual a la determinada como máxima admisible por la legislación. El agua que se estaría consumiendo en varias de las instituciones muestreadas no sería potable, por lo tanto debería considerarse otras fuentes de provisión alternativas para el consumo. De lo expuesto, se desprende que existe una contaminación del agua subterránea en algunas zonas de este distrito, la cual no sería reciente; y cuyas posibles fuentes, principalmente sean los pozos absorbentes, o factibles filtraciones provenientes del sistema cloacal; sumado a una elevada densidad poblacional.

De acuerdo con la situación existente, deberían implementarse fundamentalmente medidas preventivas por un lado, evitando continuar con la contaminación de esta reserva de agua dulce; y correctivas por otro, para mejorar en lo posible la calidad del agua ya deteriorada, brindarle a la población agua segura para su salud, y para preservar este recurso hídrico como tal.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

HIPÓTESIS

La concentración de nitrito en agua de pozo (napa freática) es mayor que en el agua de red (acuífero Pampeano y Puelchense) de la ciudad de Pérez, donde el ente controlador asegura la calidad de agua.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

MARCO TEÓRICO

Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende que el agua 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. Ambas deberán cumplir con las siguientes características:

Sustancias inorgánicas:

Sustancia	Fórmula	Unidad	Límite
Nitrito	NO ₂ -	mg/L	0,10
Nitrato	NO ₃ -	mg/L	0,45

El nitrato y el nitrito son iones de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato se utiliza principalmente en fertilizantes inorgánicos⁵. La concentración de nitrato y nitrito en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares.

Las condiciones anaerobias pueden favorecer la formación y persistencia del nitrito. La cloraminación podría ocasionar la formación de nitrito en el sistema de distribución si no se controla debidamente la formación de cloramina. La formación de nitrito también es consecuencia de la actividad microbiana. La acción microbiana

⁵ Fertilizantes Inorgánicos: son aquellos creados por el hombre que aportan mucho más nutrientes a los suelos, que los fertilizantes orgánicos.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

que se produce tanto en el ambiente como en el cuerpo humano produce la reducción de nitratos a nitritos. (O.M.S., 2006)

Los nitritos se absorben por difusión a través de la mucosa gástrica y la pared intestinal y son rápidamente distribuidos a través de los tejidos. La ingestión de nitratos, por si misma, puede afectar a la salud, pero el mayor problema reside en la reducción de los mismos a nitritos.

En cuanto a su metabolismo⁶ en el cuerpo humano, podemos decir que a lo largo del tubo digestivo, los nitratos y nitritos están sometidos a diferentes condiciones sobre todo en boca, estómago y duodeno. En la boca se ha detectado y estudiado abundantemente su presencia en la saliva. En el estómago, los nitratos y nitritos pueden ser ingeridos con la saliva. Si bien los nitratos pueden ser segregados al estómago con el jugo gástrico, y reducirse a nitritos, por las bacterias. (Lozano, 2014)

Es importante aclarar que en el estómago los nitratos y nitritos, pueden sufrir un destino diverso: el nitrato como tal puede pasar al tracto intestinal, o puede absorberse al torrente sanguíneo. (Lozano, 2014)

Los nitritos pueden dar lugar a numerosas reacciones debido a las condiciones del medio. Así como el pH ácido da lugar a que los nitritos pasen a ácido nitroso (HNO), el cual puede reaccionar con ácidos orgánicos, grasa, fenoles, aminoácidos, péptidos, aditivos alimentarios, pigmentos, productos reductores, grupos hidroxilo (OH) o sulfhídrido (SH), aminas. La formación de nitrosaminas depende de la naturaleza de la amina, y del pH favorable, sobre todo en estómago.

En el intestino la flora reduce los nitratos a nitritos. Su absorción, hacia el torrente circulatorio, es pasiva; y posteriormente son excretados vía urinaria. También pueden pasar al hígado y sufren una reducción parcial a nitritos. Desde el hígado llegan a la bilis, que los devuelve al intestino, en el cual se pueden formar nitrosaminas, que junto a las sintetizadas en el estómago, son eliminadas con las heces.

⁶ Metabolismo: Conjunto de los cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas de un organismo.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

El nitrato es relativamente poco tóxico en humanos. No obstante, sus metabolitos y productos de reacción formados en el cuerpo humano (nitrito, óxido nítrico y compuestos N-nitroso), se asocian a algunos efectos perjudiciales para la salud como metahemoglobinemia y carcinogénesis.

El nitrito provoca la oxidación de la hemoglobina (Hb) a metahemoglobina (MHb), produciendo la denominada metahemoglobinemia, siendo esta enfermedad el principal riesgo para la salud.

La metahemoglobinemia se produce cuando la velocidad de oxidación de la hemoglobina a metahemoglobina excede la capacidad de la enzima metahemoglobina-reductasa, o cuando hay déficit de esta enzima.

La formación de metahemoglobina (MHb) provoca que los glóbulos rojos sean incapaces de captar oxígeno, cederlo a los tejidos y transportar dióxido de carbono, lo que puede originar hipoxia tisular⁷ y cianosis⁸. La gravedad del cuadro clínico dependerá de la concentración de metahemoglobina, de tal forma que a concentraciones inferiores al 20% (10-15%), aparece la cianosis como primer síntoma. A concentraciones superiores al 20%, se produce un incremento de la cianosis mucocutánea, irritabilidad, taquipnea y alteración del estado mental. En los casos más graves tiene lugar la aparición de acidosis metabólica, arritmias cardíacas, coma y convulsiones generalizadas. Concentraciones de metahemoglobina superiores al 50% ocasionan hipoxemia grave y depresión del Sistema Nervioso Central, mientras que una concentración mayor del 60-70% puede provocar la muerte.

Estos síntomas también dependen de las condiciones clínicas previas, destacándose la aparición de una mayor sintomatología de la esperada, con cifras de metahemoglobina relativamente bajas, en pacientes con insuficiencia respiratoria o cardíaca, anemia o acidosis.

⁷ Hipoxia Tisular: es una afección en la cual se produce disminución de oxígeno a un tejido.

⁸ Cianosis: Coloración azul o lívida de la piel y de las mucosas que se produce a causa de una oxigenación deficiente de la sangre.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

La exposición excesiva a nitritos, puede producir el cuadro clínico de intoxicación aguda.

El grupo de riesgo lo constituyen los niños de 0-6 meses de edad. Estos niños son muy susceptibles a la inducción de metahemoglobinemia, debiéndose principalmente a la ingestión de aguas y alimentos con altos niveles de estas sales. (Dome, 2008). También se produce en niños de mayor edad y en adultos. Este cuadro muy característico se denomina metahemoglobinemia.

Los nitritos prácticamente no llegan a la leche materna, por tanto la presencia de exceso de nitritos no contraindica la lactancia natural. No se han detectado cuadros clínicos de intoxicación por exposición prolongada a nitritos (intoxicación crónica). (Hopman, 2015)

La hemoglobina de los lactantes menores tiene mayor tendencia a transformarse en metahemoglobina que la de los niños de más edad y los adultos; esto se debe a la gran proporción de hemoglobina fetal, que todavía contiene la sangre de los lactantes, que se oxida con más facilidad a metahemoglobina. Además, los lactantes tienen un déficit de metahemoglobina-reductasa, la enzima que se encarga de reducir la metahemoglobina a hemoglobina. Las bacterias gástricas que reducen el nitrato a nitrito tienen mayor actividad en los lactantes, debido a su baja acidez gástrica. La concentración de nitrato en la leche materna es relativamente baja; sin embargo, alimentar a los lactantes menores con leche artificial supone un riesgo para su salud por la posibilidad de exposición al nitrato o el nitrito presentes en el agua de consumo y por la ingesta de agua, relativamente alta en relación con su peso corporal, principalmente si este agua es hervida por largos períodos lo que lleva a que se aumente la concentración de nitrito.

Las nitrosaminas son sustancias potencialmente cancerígenas, también denominadas compuestos de N-nitroso y formadas por la interacción de los nitritos con aminas presentes en diferentes orígenes. (Rey y Silvestre, 2005)

Dentro del organismo humano, solo se pueden formar en el estómago, porque la relación requiere un medio ácido. El pH ácido del estómago favorece la formación de las nitrosaminas a partir de nitritos y aminas secundarias, los nitritos en presencia

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

de las condiciones ácidas del estómago llevan a cabo una nitrosación. Las nitrosaminas se absorben en el tracto gastrointestinal. Tras su absorción, se distribuyen por el torrente sanguíneo y se excretan por vía renal.

También pueden sufrir una biotransformación⁹ en el organismo. La vía principal para la activación metabólica es la acción de las enzimas microsomales hepáticas vinculadas a la acción del citocromo que determinan un metabolismo oxidativo. La activación metabólica de las nitrosaminas produce efectos para la salud, mencionados anteriormente.

Además de las nitrosaminas, hay otros compuestos llamados nitrosamidas, que reemplazan las aminas por amidas. A diferencia de las primeras que son estables, las nitrosamidas son termolábiles e inestables.

La captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua de consumo conllevan la adición deliberada de numerosas sustancias químicas para mejorar la inocuidad¹⁰ y calidad¹¹ para los consumidores del agua de consumo tratada (aditivos directos), como ser el cloro, dióxido de cloro, cloramina, ozono. Además, el agua está en contacto permanente con tuberías, válvulas, grifos y superficies de depósitos, todos los cuales pueden aportar más sustancias químicas al agua (aditivos indirectos), como el plomo o el cobre de tuberías. También sustancias químicas de materiales de recubrimiento, pueden incorporarse al agua por contacto con superficies durante su tratamiento o distribución. (O.M.S., 2006)

La capacidad de alcanzar un valor de referencia en un sistema de abastecimiento de agua de consumo depende de varios factores, incluidos los siguientes:

- La naturaleza del agua bruta (aguas subterráneas o superficiales, presencia de componentes naturales y otros).
- La concentración de la sustancia química en el agua bruta.

⁹ Biotransformación: es el proceso mediante el cual una sustancia se convierte en otro producto químico por una reacción química en el organismo.

¹⁰ Inocuidad: Incapacidad para hacer daño.

¹¹ Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

- Las medidas de control aplicadas en todo el sistema de abastecimiento de agua de consumo.
- Los procesos de tratamiento ya instalados.

Si un valor de referencia no puede alcanzarse mediante el sistema existente, puede ser necesario considerar el uso de un tratamiento adicional, o bien obtener el agua de otras fuentes.

Teniendo en cuenta que el agua es vía de transporte de contaminantes químicos y biológicos que pueden provocar enfermedades de diversa gravedad, se hace imprescindible analizar la calidad de las aguas, mediante análisis químicos y bacteriológicos.

Los resultados obtenidos nos indican con que calidad de agua contamos y cuando se los compara con los parámetros de las normas de provisión de agua obtenemos las diferencias o falencias que tienen las aguas que usamos.

El agua que ingresa a la red de provisión debe estar dentro de los parámetros establecidos en el Artículo 982 del Código Alimentario Argentino, por lo que debemos realizar los tratamientos correspondientes para llevar el agua que disponemos a los valores aceptables de las normas. Es decir que la determinación de las falencias de nuestra fuente de agua nos lleva al diseño del tratamiento necesario.

Se realiza el tratamiento con el objeto fundamental de mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua, a fin de entregarla al consumo, apta, inocua y aprovechable para el hombre, animales, agricultura e industria y cuyo tratamiento debe incidir en los siguientes aspectos básicos:

- Higiene: Eliminar o reducir del agua las bacterias, protozoos, quistes, parásitos y en especial aquellos que son patológicos para el hombre. Reducir la excesiva mineralización o materias orgánicas que pueden originar trastornos fisiológicos de diferente orden y agregar sustancias que reducen el desarrollo de ciertos trastornos orgánicos propios de los consumidores.
- Estético: Hay factores físicos característicos de las aguas tales como color, olor, turbiedad y sabor, que son los que más impresionan al público consumidor, y

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

aunque no constituyen un problema que afecte la salud pública, deben reducirse su concentración para que el público no las rechace.

- Económico: El efecto corrosivo o incrustante del agua hace que las cañerías tengan menor vida útil. La dureza ocasiona mayor consumo de jabón, obstruye los sistemas de calefacción, tuberías y cuerpos de calderas y forma una gruesa costra calcárea (sarro) en los útiles de cocina. (Orellana, 2005)

Conociendo el origen de un agua y sus características físicas, químicas y bacteriológicas, así como su posible micro contaminación; podemos comparar estas características con las que se requieren para un agua destinada al consumo humano y posteriormente determinar la necesidad de su tratamiento. (Orellana, 2005)

Este tratamiento puede efectuarse de distintas formas, según los factores que deban corregirse. Pueden ser necesarios varios procedimientos y en este caso deberá estudiarse su combinación más razonable, tanto desde el punto de vista de la eliminación de dichos efectos, como de las condiciones locales de la instalación. Los principales procedimientos empleados en el tratamiento de las aguas potables pueden incluir:

- Un tratamiento efectuado en la toma de agua o en el bombeo, cuando se trata de un agua subterránea. Ha de cuidarse, en primer lugar, que la captación o el bombeo arrastre, con el agua, la menor cantidad posible de tierra y de arena. Es indispensable delimitar un perímetro de protección.

- Filtración:

La filtración en el proceso de purificación elimina los sedimentos sólidos suspendidos en el agua. Este filtro atrapa partículas relativamente grandes que pueden estar presentes en el agua como tierra, arena, limo y partículas de suciedad orgánica o inorgánica. Es necesario comenzar nuestro proceso de purificación con este paso básico con el fin de eliminar estas partículas grandes que podrían ensuciar u obstruir los equipos utilizados en las etapas posteriores.

Las partículas pueden separarse de las aguas brutas mediante filtros rápidos por gravedad, horizontales, o a presión, o filtros lentos de arena. La filtración lenta

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

en arena es, en esencia, un proceso biológico, mientras que los otros tipos de filtración son procesos físicos.

Los filtros rápidos por gravedad, horizontales y a presión pueden utilizarse para la filtración directa de agua bruta, sin tratamiento previo. Los filtros rápidos por gravedad y a presión se utilizan habitualmente para filtrar agua que ha sido tratada previamente mediante coagulación y sedimentación.

También puede realizarse una filtración directa, en la que se añade al agua un coagulante y, a continuación, ésta se hace pasar directamente por el filtro en el que se separa el flóculo¹² precipitado (que contiene sustancias contaminantes). La aplicación de la filtración directa está limitada por la disponibilidad de espacio en el filtro para albergar las sustancias sólidas separadas.

- **Cloración:**

El cloro es el desinfectante¹³ más usado para reducir o eliminar los microorganismos, tales como bacterias y virus, que pueden estar presentes en los suministros de agua. La adición de cloro para el agua potable ha reducido en gran medida el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. No obstante, es incapaz de destruir ciertos microorganismos parásitos patógenos.

La cloración puede realizarse mediante gas cloro licuado, solución de hipoclorito sódico o gránulos de hipoclorito cálcico, y mediante generadores de cloro in situ. El gas cloro licuado se suministra comprimido en recipientes a presión. Un clorador extrae el gas del cilindro y lo añade al agua de forma dosificada, simultáneamente controlando y midiendo el caudal de gas. La solución de hipoclorito sódico se dosifica mediante una bomba dosificadora eléctrica de desplazamiento positivo o mediante un sistema de suministro por gravedad. El hipoclorito cálcico debe disolverse en una porción de agua y luego mezclarse con el caudal principal. El cloro, ya sea en forma de gas cloro de un cilindro, de hipoclorito sódico o de

¹² Flóculo: grumo de materia orgánica formado por agregación de sólidos en suspensión.

¹³ Desinfectante: son sustancias que se emplean para destruir los microorganismos o inhibir su desarrollo, y que ejercen su acción sobre una superficie inerte u objeto inanimado.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

hipoclorito cálcico, se disuelve en el agua y forma ión hipoclorito (OCl^-) y ácido hipocloroso (HOCl).

- **Ozonización:**

El ozono es un oxidante potente y posee múltiples usos en el tratamiento del agua, incluida la oxidación de sustancias orgánicas. Puede utilizarse como desinfectante primario. El ozono gaseoso (O_3) se forma haciendo pasar aire seco u oxígeno a través de un campo eléctrico de tensión alta. El aire enriquecido en ozono obtenido se añade directamente al agua mediante difusores porosos en la base de torres de contacto. Las torres de contacto, que suelen tener una profundidad de unos 5 metros, proporcionan tiempos de contacto de 10 a 20 minutos. Debería poder disolverse al menos el 80% del ozono aplicado; el aire que sale de la torre, que contiene el resto del ozono, se hace pasar por un destructor de ozono y se expulsa a la atmósfera. (O.M.S., 2006)

El objetivo de la ozonización es lograr la concentración deseada tras un tiempo de contacto determinado. Para la oxidación de sustancias orgánicas, como algunos plaguicidas oxidables, suele aplicarse una concentración residual de unos 0,5 miligramos/litro tras un tiempo de contacto de hasta 20 minutos. Las dosis necesarias para lograrlo varían en función del tipo de agua, pero suelen ser de 2 a 5 miligramos/litro. Para aguas sin tratar se necesitan dosis más altas debido a la demanda de ozono de las sustancias orgánicas naturales.

El ozono reacciona con las sustancias orgánicas naturales y aumenta su biodegradabilidad¹⁴, medida en términos de carbono orgánico asimilable. Para evitar la proliferación no deseable de bacterias durante la distribución, la ozonización se complementa normalmente con un tratamiento posterior, como la filtración o tratamiento con carbón activado granular, para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables, seguido de la aplicación de una concentración residual de cloro, ya que el ozono no produce un efecto desinfectante residual. El ozono degrada eficazmente una gama amplia de plaguicidas y otras sustancias orgánicas.

¹⁴ Biodegradabilidad: es la facultad de algunos productos o sustancias de descomponerse en elementos químicos naturales en un período de tiempo relativamente corto y por acción de organismos vivos.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

- Cuando nos referimos al almacenamiento de agua cruda, resulta interesante el almacenamiento de agua en caso de sequía prolongada, que produce un descenso del caudal de los ríos, con alteración simultánea de la calidad, y cuando se produce una contaminación accidental. En este último caso basta suspender el bombeo del río y utilizar el agua previamente acumulada en la reserva.

Durante el tiempo que dure el almacenamiento, puede mejorarse ciertas características del agua: disminución de las materias en suspensión, del contenido en amoníaco por nitrificación y de la flora bacteriana.

Por el contrario, el almacenamiento de agua cruda presenta ciertos inconvenientes. En condiciones geográficas y climatológicas favorables a la vida planctónica, se observa a veces un importante desarrollo de algas y de hongo, cuyos metabolitos¹⁵ pueden comunicar un sabor desagradable al agua, de difícil eliminación.

- Otros métodos de desinfección son la cloraminación, el uso de dióxido de cloro, la radiación UV y los procesos de oxidación avanzados.

Las cloraminas (monocloramina, dicloramina y tricloramina, o tricloruro de nitrógeno) se producen por la reacción del cloro con amoníaco en medio acuoso. La monocloramina es la única cloramina útil como desinfectante, y la cloraminación se aplica en condiciones diseñadas para producir únicamente esta sustancia. La monocloramina es un desinfectante menos eficaz que el cloro libre, pero es persistente, de modo que es un desinfectante secundario de interés para el mantenimiento de un efecto desinfectante residual estable en el sistema de distribución.

Aunque el dióxido de cloro no se ha utilizado extensamente en el pasado para la desinfección de agua de consumo, ha comenzado a utilizarse recientemente debido a la preocupación por la producción de trihalometanos que conlleva la desinfección con cloro. Típicamente, el dióxido de cloro se genera, inmediatamente antes de su aplicación, añadiendo gas cloro o una solución acuosa de cloro a una

¹⁵ Metabolitos: Es cualquier sustancia producida durante el metabolismo.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

disolución acuosa de clorito sódico. En el agua, el dióxido de cloro se descompone en clorito y clorato. Como el dióxido de cloro no oxida el bromuro (en ausencia de luz solar), el tratamiento del agua con dióxido de cloro no generará bromoformo ni bromato.

El uso de radiación UV para el tratamiento del agua potable se ha restringido normalmente a instalaciones pequeñas. La radiación UV, emitida por una lámpara de arco de mercurio de baja presión, tiene actividad biocida a longitudes de onda de 180 a 320 nanómetros. Puede utilizarse para inactivar protozoos, bacterias, bacteriófagos, levaduras, virus, hongos y algas. La turbidez del agua puede inhibir su desinfección mediante radiación UV. La radiación UV, cuando se aplica junto con ozono, puede ejercer una potente acción catalizadora de reacciones de oxidación.

- Intercambio de Iones:

El intercambio de iones es un proceso en el que se permutan iones con la misma carga entre la fase acuosa y una fase sólida de resina. La dureza del agua se reduce mediante intercambio de cationes. El agua se hace pasar por un lecho de resina catiónica en el que los iones de calcio y de magnesio del agua se sustituyen por iones de sodio. Cuando la resina de intercambio iónico está agotada (es decir, se han agotado los iones de sodio), se regenera mediante una solución de cloruro sódico. También se puede ablandar el agua mediante el proceso de descalcificación. El agua se hace pasar por un lecho de resina débilmente ácida en el que los iones de calcio y de magnesio del agua se sustituyen por iones de hidrógeno. Los iones de hidrógeno reaccionan con los iones carbonato y bicarbonato y generan dióxido de carbono, reduciéndose así la dureza del agua sin aumentar su contenido de sodio. El intercambio de aniones puede utilizarse para eliminar contaminantes como los iones nitrato, que se intercambian por iones cloruro mediante resinas específicas para nitrato.

Una instalación de intercambio de iones comprende normalmente dos o más lechos de resina contenidos en recipientes a presión que cuentan con las bombas, red de tuberías y equipos auxiliares necesarios para la regeneración. Los recipientes

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

a presión suelen tener hasta 4 metros de diámetro y contienen una capa de resina de 0,6 a 1,5 metros de espesor.

El intercambio de cationes puede utilizarse para eliminar determinados metales pesados. Además de para la eliminación de iones nitrato, las resinas aniónicas pueden utilizarse para eliminar arsénico y selenio.

- Procesos de membranas:

Los procesos de membrana más importantes en el tratamiento del agua son la ósmosis inversa, la ultrafiltración, la microfiltración y la nanofiltración. Estos procesos se han aplicado tradicionalmente a la producción de agua para aplicaciones industriales o farmacéuticas, pero están aplicándose ahora al tratamiento de agua de consumo.

En el caso de los procesos de alta presión, si se separan dos soluciones mediante una membrana semipermeable (es decir, una membrana que permite el paso del disolvente pero no del soluto), el disolvente pasará de forma natural de la solución de concentración menor a la de concentración mayor. Este fenómeno se llama ósmosis. No obstante, es posible forzar el flujo de disolvente en la dirección contraria, de la solución de concentración mayor a la de concentración menor, aumentando la presión sobre la solución de concentración mayor. El diferencial de presión necesario se conoce por presión osmótica, y el proceso se llama ósmosis inversa.

La ósmosis inversa genera una corriente de agua tratada y una corriente de agua residual relativamente concentrada. Las presiones de trabajo típicas oscilan de 15 a 50 bar, según la aplicación. La membrana de ósmosis inversa rechaza los iones monovalentes y las moléculas orgánicas de peso molecular mayor que alrededor de 50 (los diámetros de los poros de las membranas son menores que 0,002 micra). La aplicación más común de la ósmosis inversa es la desalinización de agua salobre¹⁶ y agua de mar. También se utiliza para quitar impurezas como ser el caso del nitrito,

¹⁶ Agua salobre: es aquella que tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

arsénico, y otras sustancias inorgánicas presentes en el agua de consumo. (O.M.S., 2006)

En la nanofiltración se utilizan membranas con propiedades intermedias entre las de ósmosis inversa y las de ultrafiltración, con tamaños de poro típicos de 0,001 a 0,01 micra. Las membranas de nanofiltración permiten el paso de iones monovalentes como los de sodio o potasio; pero rechazan una proporción alta de iones divalentes, como los de calcio y magnesio, y las moléculas orgánicas de peso molecular mayor que 200. Las presiones de trabajo típicas son de alrededor de 5 bar. La nanofiltración puede eliminar eficazmente compuestos orgánicos y con color.

En los procesos a baja presión, el principio de la ultrafiltración es similar al de la ósmosis inversa, pero los tamaños de poro de las membranas son mucho mayores (típicamente de 0,002 a 0,03 micra) y funcionan a presiones menores.

Las membranas de ultrafiltración rechazan las moléculas orgánicas de peso molecular mayor que alrededor de 800 y las presiones de trabajo suelen ser menores que 5 bar.

La microfiltración es una extensión directa de la filtración convencional hasta tamaños menores que una micra. Los tamaños de poro típicos de las membranas de microfiltración son de 0,01 a 12 micra y no retienen moléculas, pero sí los materiales coloidales y suspendidos; se utilizan presiones de trabajo de 1 a 2 bar. La microfiltración permite separar partículas de tamaño mayor que 0,05 micra. Se ha utilizado para el tratamiento del agua, en combinación con la coagulación o el carbón activado en polvo, para eliminar carbono orgánico disuelto.

También pueden combinarse con tratamientos adicionales tales como: aereación, clarificación, desinfección, procesos de neutralización y remineralización, descarbonatación, desalinización.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO

La investigación es descriptiva con un diseño de campo no experimental transversal.

REFERENTE EMPÍRICO

Pérez es una ciudad ubicada en el sudoeste del Gran Rosario, en la Provincia de Santa Fe, con una población aproximadamente de 27.400 habitantes. Se extiende a lo largo de la Ruta Nacional 33 y del ramal ferroviario que conecta Rosario con Casilda. Gran parte del municipio aún es de carácter rural.

En el Este de la ciudad se desarrolla el Parque Industrial Metropolitano, que se extiende hasta el límite rosarino.

En ésta localidad se llevará a cabo la investigación para comprar la calidad del agua. El origen de estas aguas es subterránea; la napa freática se encuentra contaminada, siendo la más utilizada en los pozos domiciliarios. El agua de red se extrae de 2 profundidades distintas (30 y 50 metros) de los acuíferos Pampeano y Puelchense respectivamente.

MUESTRA

Se tomaron 6 muestras de agua de pozo, con una profundidad de 12 metros (napa freática) y 6 muestras de agua de red, de un grifo conectado directamente evitando que el agua pase por el tanque de reserva, con un intervalo de 15 días durante 3 meses.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

El análisis se efectuó el mismo día de realizada la extracción, y en algunos casos, se colocaron las muestras en la heladera (4° Centígrados) para su posterior análisis.

A la salida de la perforación domiciliaria hay una bomba de extracción y un grifo, se dejó correr el agua 1-2 minutos y se recolectó la muestra en un recipiente no esterilizado, previo enjuague del mismo con la misma agua del grifo.

Se procedió de igual forma con el grifo que conecta directamente con el agua de red.

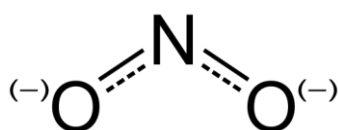
Fecha	Muestra de agua de pozo	Muestra de agua de red
03/07/2018	1	1
18/07/2018	1	1
02/08/2018	1	1
17/08/2018	1	1
01/09/2018	1	1
15/09/2018	1	1
Total	6	6

VARIABLE

Variable: Nitrito

Definición: Sal formada por combinación del ácido nitroso y una base. El ion nitrito es (NO₂⁻). El anión es angular.

En la naturaleza los nitritos se forman por oxidación biológica de las aminas y del amoníaco, o por reducción del nitrato en condiciones anaeróbicas.



Indicador: mg/l

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

Categoría: máximo 0,10 mg/l

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos será la observación de los resultados de los análisis químicos (nitrito).

MÉTODO

Para la determinación de nitrito en agua, el laboratorio procede a realizar los análisis pertinentes según el protocolo APHA AWWA WEF: Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater, 4500 NO₂- B Colorimetric Method.

El método colorimétrico es adecuado para concentraciones de 5 a 1000 µg de nitrito.

Principio: nitrito (NO₂-) se determina mediante la formación de un tinte azo púrpura rojizo producido a pH 2,0 a 2,5 mediante el acoplamiento de sulfanilamida diazotizada con Dihidrocloruro de N- (1-naftil) -etilendiamina (dihidrocloruro de NED).

Equipo colorimétrico:

- Espectrofotómetro, para uso a 543 nm, que proporciona una trayectoria de luz de 1 cm o más.
- Filtro de fotómetro, que proporciona una trayectoria de luz de 1 cm o más y equipado con un filtro verde que tiene una transmitancia máxima cerca de 540 nm.

Procedimiento:

- Eliminación de sólidos en suspensión: si la muestra contiene sólidos suspendidos, filtre a través de un Filtro de membrana de 0,45 µm (diámetro del poro).

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

- Desarrollo del color: Si el pH de la muestra no está entre 5 y 9, ajuste a ese rango con HCl 1N o NH₄OH según sea necesario. A 50.0 ml. de muestra, o a una porción diluida a 50.0 ml., agregue 2 ml. de color reactivo y mezcla.
- Medición fotométrica: entre 10 min y 2 h después de agregar el reactivo de color a las muestras y estándares, mida la absorbancia a 543 nm. Como guía, use las siguientes rutas de luz indicado nitrito. Concentraciones N:

Longitud de trayectoria de luz (cm)	NO ₂ --N µg/L
1	2-25
5	2-6
10	<2

En el laboratorio habilitado, se utilizó un espectrofotómetro HACH DR 5000 SN: 1418424. El mismo tiene un límite de cuantificación 0,010 mg/l y la incertidumbre del método en el laboratorio es de 9%.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

RESULTADOS

En la tabla 1 que se presenta a continuación se muestra los datos de los parámetros de nitrito para cada una de las muestras.

Para las muestras de agua de pozo, se obtuvo como valor máximo 0,061 mg/l de concentración de nitrito y un valor mínimo de concentración de 0,022 mg/l.

Para las muestras de agua de red, se obtuvo un valor de concentración de nitrito que es menor a 0,010 mg/l, siendo inferior al límite de detección del espectrofotómetro.

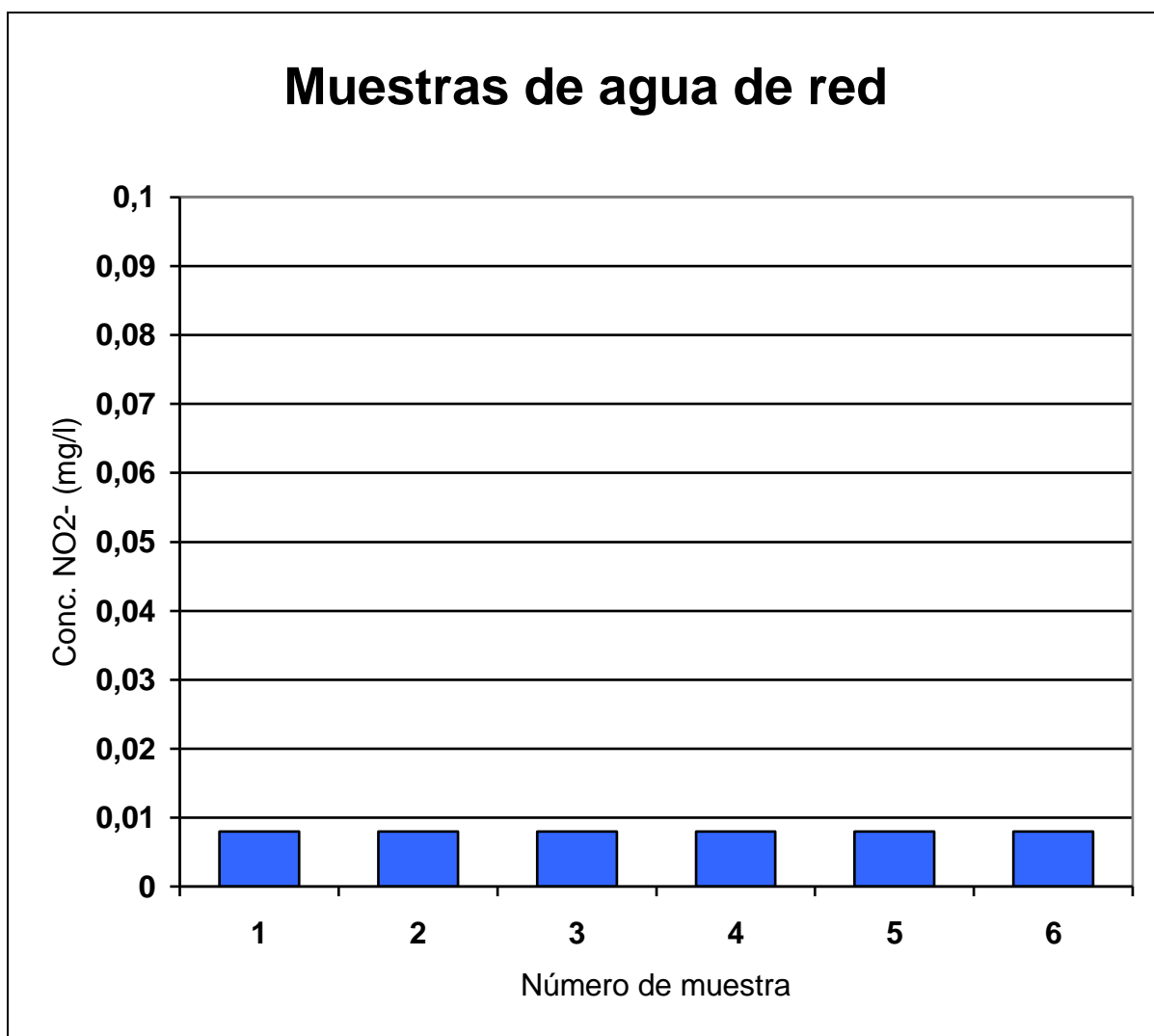
Tabla 1: Parámetros de nitrito (mg/l) de las muestras analizadas.

Número de muestra	Fecha	Muestra de agua de pozo	Muestra de agua de red
1	03/07/2018	0,061	<0,010
2	18/07/2018	0,022	<0,010
3	02/08/2018	0,040	<0,010
4	17/08/2018	0,041	<0,010
5	01/09/2018	0,053	<0,010
6	16/09/2018	0,042	<0,010

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

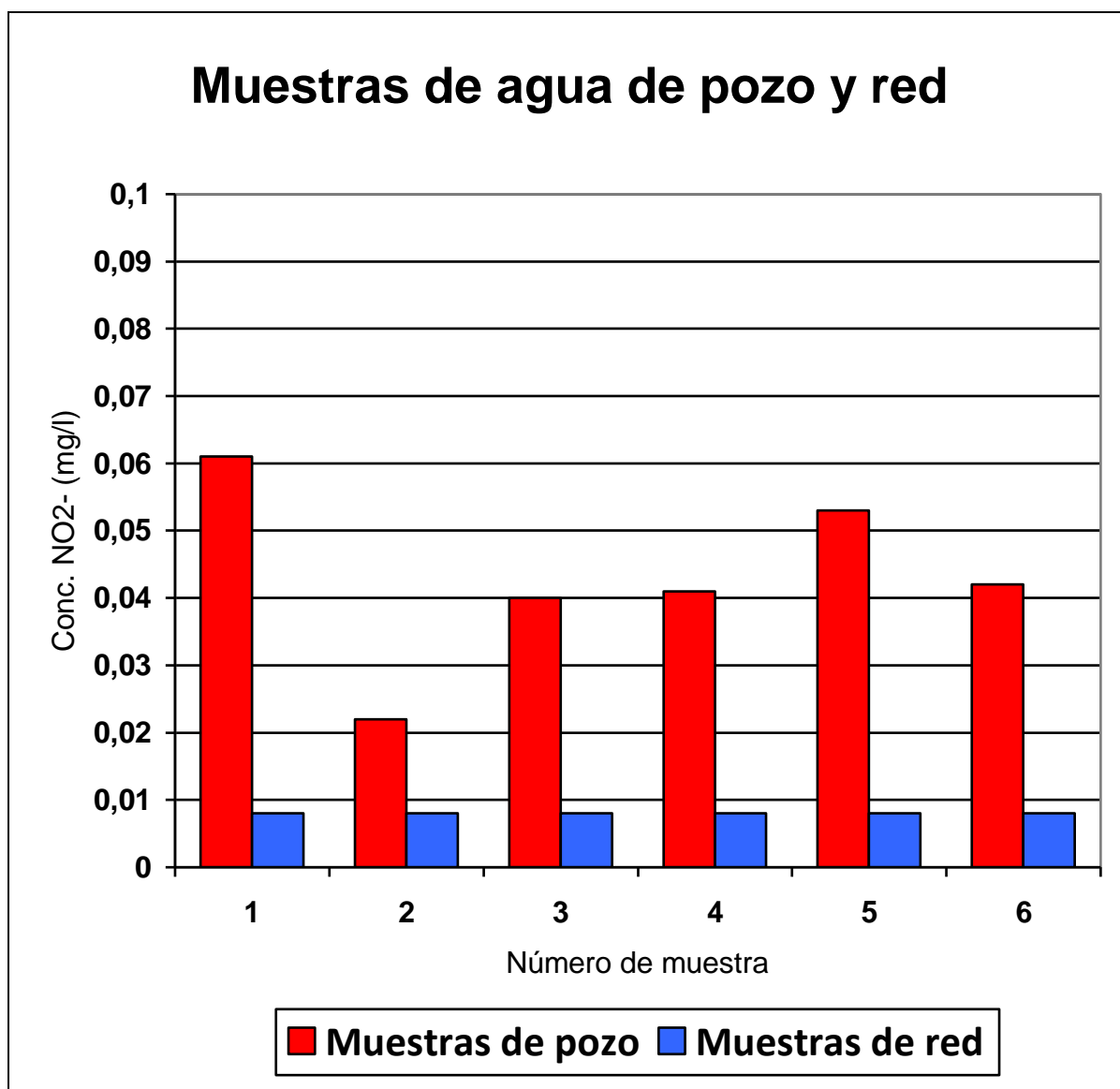


Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.



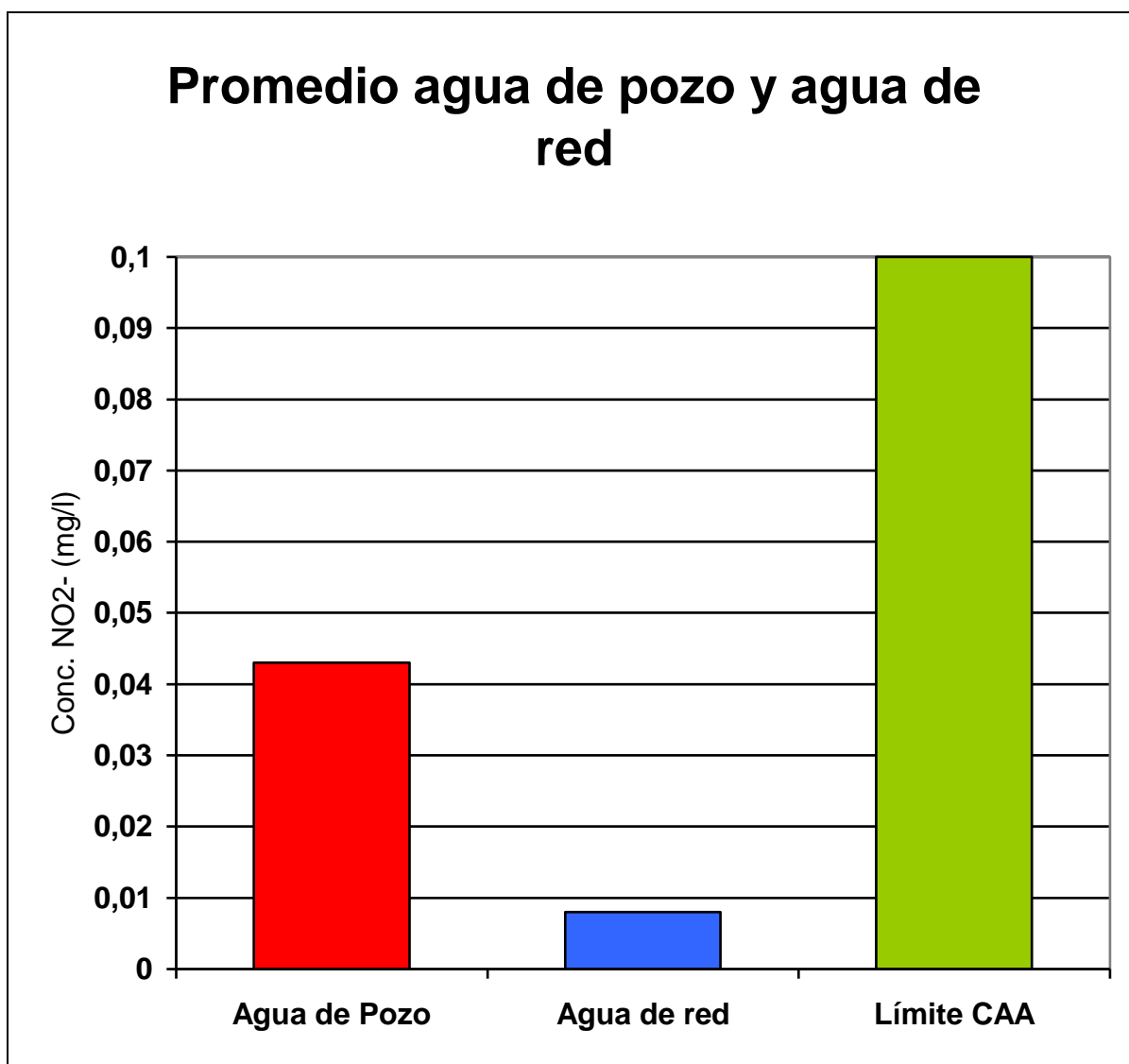
Observación: los valores obtenidos en las muestras de agua de red son inferiores al límite de detección del espectrofotómetro. No se puede establecer su valor exacto.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.



Observación: los valores obtenidos en las muestras de agua de red son inferiores al límite de detección del espectrofotómetro. No se puede establecer su valor exacto.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.



Observación: los valores obtenidos en las muestras de agua de red son inferiores al límite de detección del espectrofotómetro. No se puede establecer su valor exacto.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se han obtenido datos sobre las concentraciones de nitrito en aguas subterráneas.

Alrededor del 75% del territorio argentino es árido o semiárido; presenta déficit en el balance hídrico. Además sólo dos regiones tienen abundante agua superficial potabilizable (Mesopotamia y Cordillera Patagónica). Por ello el agua subterránea es importante para la provisión para el consumo humano, aproximadamente el 50% del abastecimiento es de origen subterráneo.

Los acuíferos Puelchense y Pampeano, son los más utilizados en la provincia de Santa Fé, como también en las provincias de Buenos Aires y Córdoba. El Puelchense suele aprovecharse para el abastecimiento de agua potable en las ciudades y localidades del sudoeste de la provincia de Santa Fé. El Pampeano, de menor productividad y más expuesto a la contaminación, en general se capta en zonas urbanizadas de menores recursos económicos y con escasos servicios y en el ámbito rural, para el abastecimiento doméstico y del ganado.

Se puede manifestar que en algunos casos, los pozos absorbentes y los pozos de agua se encuentran sumamente cercanos, no respetando la distancia mínima recomendada de 30 metros; situación que favorece a la contaminación del agua subterránea.

Las aguas subterráneas suelen ser más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar. Esto sucede porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento. Se calcula que mientras el tiempo de permanencia medio del agua en los ríos es de días, en un acuífero es de cientos de años, lo que hace muy difícil su purificación.

La explotación incorrecta de las aguas subterráneas origina varios problemas. En muchas ocasiones la situación se agrava por el reconocimiento tardío de que se está deteriorando el acuífero, porque como el agua subterránea no se ve, el problema puede tardar en hacerse evidente. Los principales problemas son:

a) Por agotamiento del acuífero.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

Un buen uso de las aguas subterráneas exige tener en cuenta que, en los lugares en que las precipitaciones son escasas, los acuíferos se van cargando de agua muy lentamente y si se consumen a un ritmo excesivamente rápido, se agotan. Cuando se produce explotación intensiva, sequía u otras causas que van disminuyendo el nivel del agua contenida en el acuífero se derivan problemas ecológicos.

b) Por contaminación de las aguas subterráneas.

Se suelen distinguir dos tipos de procesos contaminantes de las aguas subterráneas: los puntuales que afectan a zonas muy localizadas, y los difusos que provocan contaminación dispersa en zonas amplias, en las que no es fácil identificar un foco principal.

Las actividades que suelen provocar contaminación puntual son:

- Lixiviados de vertederos de residuos urbanos y fugas de aguas residuales que se infiltran en el terreno.
- Pozos sépticos y acumulaciones de heces procedentes de la ganadería.

Este tipo de contaminación suele ser más intensa junto al lugar de origen y se va diluyendo al alejarnos. La dirección que sigue el flujo del agua del subsuelo influye de forma muy importante en determinar en qué lugares los pozos tendrán agua contaminada y en cuáles no.

La contaminación difusa suele estar provocada por:

- Uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura.

Este tipo de contaminación puede provocar situaciones especialmente preocupantes con el paso del tiempo, al ir cargándose de contaminación, de forma lenta pero continua.

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de muy diferentes maneras. Se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Sustancias químicas inorgánicas: En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos. Si superan los límites establecidos pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

- Nutrientes vegetales inorgánicos: Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

- Microorganismos patógenos: Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tífus, gastroenteritis diversas, hepatitis, entre otras. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

- Desechos orgánicos: Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos y el ganado. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

- Compuestos orgánicos: Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

Del análisis de los resultados, surge también, que la contaminación del agua, en general no sería reciente, debido a que los valores de nitritos son bastantes menores a los valores máximos aceptados. Si bien es probable que el deterioro de la calidad del agua subterránea se deba a los motivos ya expuestos, es cierto también, que tal efecto podría derivar de la existencia de otros agentes contaminantes, como son los efluentes industriales o los fertilizantes en las zonas rurales; tampoco deberían descartarse los sistemas de desagües a cielo abierto y arroyos que se encuentran en las cercanías, que pueden aportar nitritos o compuestos relacionados, al suelo, o directamente al acuífero.

Además, no debería olvidarse que las muestras de agua de red extraídas corresponden a la cooperativa Coopeser (Cooperativa Limitada de Servicios Públicos y Sociales de Pérez), la cual, tiene un control sobre la calidad del agua de consumo que se obtiene de las perforaciones. Es evidente que lo más beneficioso y conveniente, en esta situación, para los habitantes de Pérez sería que recibieran el agua de red, aunque la misma igualmente sea extraída del acuífero, ya que es de suponer que existen controles por parte de la empresa prestataria del servicio, con el fin de verificar la potabilidad de la misma. Esta realidad se encuentra totalmente relacionada con la salubridad de la población, pero no con la preservación y defensa del agua como recurso en sí. Por lo tanto, la mejor forma de que este recurso hídrico mantenga su calidad de agua natural, es a través de la prevención.

Deberían realizarse monitoreos regulares del agua de los acuíferos para tomar conocimiento respecto de la evolución del contenido de nitritos. Asimismo, sería adecuado realizar un estudio intensivo acerca de las características geológicas e hidrológicas de la región para establecer la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación y para determinar las fuentes de la contaminación del mismo o para verificar aquellas sospechadas como tales. La información recabada mediante estas nuevas investigaciones, adicionando aquellas que pudieran existir, podría determinar

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

estrategias y prácticas a seguir, con el fin de mejorar y proteger el recurso en cuestión.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

CONCLUSIÓN

La ciudad de Pérez, ubicada en el Gran Rosario, al sudoeste de la provincia de Santa Fé, fue objeto de estudio para el análisis de sus aguas para el consumo de sus habitantes; la investigación fue realizada en los meses de Julio, Agosto y Septiembre del año 2018.

A través de la realización de esta investigación, se ha determinado la concentración de ion nitrito en el agua de consumo, previa extracción de muestras de agua.

Para llevar a cabo la misma se tomaron seis muestras de agua de pozo y seis muestras de agua de red, extrayéndola de un grifo conectado directamente a la red, para eludir de esta manera la contaminación que el tanque del hogar pueda tener. Dichas muestras se enviaron a analizar a un laboratorio habilitado de la ciudad de Capitán Bermúdez, provincia de Santa Fé.

Se ha establecido como resultado de los análisis químicos, que el agua de Pérez, tanto de pozo como de red, es apta para el consumo de su población, siendo que la concentración de nitrito no supera el límite establecido por el código Alimentario Argentino.

De acuerdo con los resultados alcanzados, se confirma la hipótesis de trabajo planteada, demostrando que la concentración de nitrito en agua de pozo (napa freática) es mayor que en el agua de red (acuífero Pampeano y Puelchense). Por ende, deberían implementarse medidas preventivas, a fin de no contaminar esta reserva de agua dulce; y correctivas, para mejorar en lo posible la calidad del agua ya afectada, al mismo tiempo de preservarla para las generaciones futuras.

Es posible que el deterioro en la calidad del agua subterránea se deba a la disposición de líquidos cloacales, en aquellas zonas urbanizadas donde no hay servicio de red cloacal. También, sería conveniente considerar otras probables fuentes de contaminación, como son los efluentes procedentes de industrias, y los fertilizantes nitrogenados en los sectores rurales y la presencia de un relleno

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

sanitario a cielo abierto. De igual modo deberían considerarse los sistemas de desagüe a cielo abierto y arroyos existentes.

Dado que Pérez está en expansión poblacional, se tiene que tener en cuenta un plan de inversiones en obras para dicha localidad, ya que son de vital necesidad para sus habitantes. Entre las técnicas de remoción de nitrito se encuentra la de ósmosis inversa, la cual podría ser una solución. Otra posible solución podría ser que se concrete la etapa dos de la obra del acueducto del Gran Rosario, en donde la ciudad está incluida.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

BIBLIOGRAFÍA

Ana María Rey – Alejandro A. Silvestre, 2005. Comer sin riesgos II, Módulo IV. Los peligros físicos y químicos. Editorial Hemisferio sur S.A. Páginas 270 a 275.

Elisabet Dome. Contaminación por Nitratos y Nitritos (Agua y Alimentos). [En Línea]. [16/06/2018]. Disponible en: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/ContamNitr.htm>

Enrique Hopman, 2015. Preocupación por la presencia de nitratos en el agua de consumo. [En Línea].

[11/08/2018]. Disponible en:

<http://visionregional.com.ar/noticia/preocupacion-por-la-presencia-de-nitrato-en-el-agua-de-consumo-1429532180.html>

Ente regulador de servicios sanitarios. Ley 11.220. [01/10/2018]. Disponible en: <http://www.enress.gov.ar/prestadores/area-de-servicios-assa/ley-11220/#>

Javier Sánchez San Román, 2011. Contaminación de las aguas subterráneas. Páginas 01 a 06. [En Línea].

[12/07/2018]. Disponible en: <http://hidrologia.usal.es/temas/contaminacion.pdf>

Jesús Simal Lozano, 2014. Los nitritos y nitratos en las agua: Su origen, propiedades y toxicología. [En Línea].

[18/06/2018].

Disponible

en:

https://www.researchgate.net/publication/235698223_Los_Nitritos_y_Nitratos_en_las_aguas_Su_origen_propiedades_y_toxicologia

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

Jorge A. Orellana, 2005. Ingeniería Sanitaria, Unidad Temática N° 6, Tratamiento de las aguas. Páginas 01 a 16. [En Línea].

[15/06/2018] Disponible en:
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf

Luis Echarri, 1998. Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. Capítulo: Riesgos e impactos Ambientales. Editorial: Teide. Páginas 528 – 530, 566-568-

Marisa Mazari Hiriart. El agua como recurso. [En Línea].

[15/06/2018]. Disponible en: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/el-agua-como-recurso>

Miguel Auge y María Inés Nagy, 2013. Estado del agua subterránea respecto a la contaminación con agroquímicos en La Plata – Provincia de Buenos Aires. [En Línea].

[12/07/2018]. Disponible en:
http://www.insugeo.org.ar/publicaciones/docs/scg_13/22_auge.htm

Natalia Rina Fernandez, 2005. Estudio de la concentración de nitratos, nitritos y amonio en el agua de consumo del partido de Moreno – Provincia de Buenos Aires. Páginas 07 a 56. [En Línea].

[31/08/2018]. Disponible en:
<http://www.uflo.edu.ar/institucional/files/varios/volumen4/trabajo%204/TRABAJO.pdf>

Organización Mundial de la Salud, 2006. Guías para la calidad del agua potable, Capítulo 8, Aspectos Químicos. Páginas 127 a 171. [En Línea].

[11/09/2018] Disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

Organización Mundial de la Salud, 2006. Guías para la calidad del agua potable, Capítulo 12, Hoja de información sobre sustancias químicas. Página330. [En Línea].

[11/09/2018] Disponible en:

http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

ANEXOS

Ley 11.220 ENRESS (Ente Regulador de Servicios Sanitarios)

Objeto

La Ley 11220 dispone la regulación de la prestación del Servicio y prevé los sistemas para la autorización de la provisión del Servicio por los Prestadores en todo el ámbito de la provincia de Santa Fe; establece las formas, modalidades, alcances y procedimientos para llevar a cabo la transformación del sector público de agua potable, desagües cloacales y saneamiento, y la privatización del Servicio en el Ámbito de la Concesión, de acuerdo con lo prescripto por el artículo 30 de la ley 10.798 y demás disposiciones de la presente. Asimismo, se prevé, un sistema para la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, y la creación de un organismo competente en la materia.

Finalidades

- Garantizar el mantenimiento y propender a la rehabilitación, mejora y desarrollo del Servicio en todo el ámbito de la provincia de Santa Fe.
- Establecer las normas que permitan asegurar niveles de calidad y eficiencia acordes con la naturaleza del Servicio.
- Fijar un marco legal adecuado que permita conciliar un eficaz y efectivo suministro del Servicio por parte de los Prestadores, con el adecuado ejercicio de las facultades estatales relativas a la protección del interés sanitario, del bienestar de la población, y del medio ambiente y los recursos naturales en todo el ámbito de la provincia de Santa Fe.
- Proteger los derechos de los Usuarios y conciliarlos con la acción, derechos y atribuciones de las autoridades regulatorias y de los Prestadores.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

- Tutelar la salud pública, los recursos hídricos y el medio ambiente con los alcances definidos en esta ley.

Límites para la provisión de agua potable

A. PARAMETROS ORGANOLEPTICOS				
	DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
1	COLOR	mg/l escala PI/Co	20	1
2	TURBIEDAD	UNT	2	0,5
3	OLOR	Nº de dilución	2 a 12° C 3 a 25° C	1
4	SABOR	Nº de dilución	2 a 12° C 3 a 25° C	0

B. PARAMETROS FISICOS-QUIMICOS				
	DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
5	pH	Unidades de pH	pHs +/- 0,5	pHs +/- 0,2
6	RESIDUOS SECOS	mg/l luego del secado a 180° C	1500	1000
7	ALCALINIDAD TOTAL	mg/l CaCo3	-	30 < alcalinidad < 200
8	DUREZA TOTAL	mg/l CaCo3	100 < dureza < 500	-
9	CLORUROS	mg/l Cl	400	250

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

10	SULFATOS	mg/l SO ₄	400	200
11	CALCIO	mg/l Ca	250	100
12	MAGNESIO	mg/l Mg	50	30
13	HIERRO TOTAL	mg/l Fe	0,2	0,1
14	MANGANESO	mg/l Mn	0,1	0,05
15	COBRE	mg/l Cu	1,0	-
16	ZINC	mg/l Zn	5,0	-
17	ALUMINIO	mg/l Al	0,2	0,1
18	SODIO	mg/l Na	200	100
19	BARIO	mg/l Ba	1,0	0,1
20	AMONIO	mg/l NH ₄	0,5	0,05
21	NITROGENO (excluido el N en forma de nitritos y nitratos)	mg/l N	1	-
22	OXIDABILIDAD (permanganato de potasio)	mg/l O ₂	5	2
23	SULFURO DE HIDROGENO	µg/l S	No detectable organolépticamente	-
24	DETERGENTES ANIONICOS	mg/l	0,2	-
25	COLORO ACTIVO	mg/l Cl	1,2	0,2 < Cl < 0,5
26	FOSFORO	mg/l P ₂ O ₅	5,0	0,4

C. SUSTANCIAS TOXICAS INORGANICAS				
	DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
27	ARSENICO	µg/l As	100	50

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

28	CADMIO	µg/l Cd	5	-
29	CROMO TOTAL	µg/l Cr	50	-
30	CIANUROS	µg/l Cn	100	50
31	MERCURIO	µg/l Hg	1	-
32	NIQUEL	µg/l Ni	50	-
33	PLOMO	µg/l Pb	50	-
34	ANTIMONIO	µg/l Sb	10	-
35	PLATA	µg/l Ag	50	-
36	SELENIO	µg/l Se	10	-
37	NITRATOS	mg/l NO ₃	45 (1)	25
38	NITRITOS	mg/l NO ₂	0,1	-
39	FLORUROS	mg/l F	1,5	(2)

(1) Se recomienda que los lactantes no consuman aguas con tenores superiores a lo establecido

(2) Cuando la autoridad de salud lo recomiende, el valor a alcanzar será de 1 mg/l.

D. SUSTANCIAS TOXICAS ORGANICAS Y PESTICIDAS				
	DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
40	BENCENO	µg/l	10	-
41	HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEARES (HAP)	µg/l	0,2	-
42	BENZO (A) PIRENO	µg/l	0,01	-
43	CLOROFORMO	µg/l	30	-
44	1.2 DICLOROETANO	µg/l	10	-
45	1.2 DICLOROETENO	µg/l	0,3	-
46	HEXAFLOROBENCENO	µg/l	0,01	-

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

47	PENTACLOROFENOL	µg/l	10	-
48	2.4.6 TRICLOROFENOL	µg/l	10	-
49	TRIHALOMETANOS	µg/l	100	-
50	TETRACLORURO DE CARBONO	µg/l	3	-
51	TRICLOROETENO	µg/l	30	-
52	TETRACLOROETENO	µg/l	10	-
53	HIDROCARBUROS TOTALES	µg/l	500	-
54	TOLUENO	µg/l	500	-
55	ETILBENCENO	µg/l	100	-
56	XILENOS	µg/l	300	-
57	ESTIRENO	µg/l	100	-
58	MONOCLOROBENCENO	µg/l	3	-
59	1.2 DICLOROBENCENO	µg/l	0,2	-
60	1.4 DICLOROBENCENO	µg/l	0,01	-
61	FENOLES	µg/l C ₆ H ₅ OH	1	0,5
62	CLORURO DE VINILO	µg/l	2000	-
63	2.4 D (ácido 2.4 diclorofenoxiacético)	µg/l	100	-
64	ALDRIN Y DIELDRIN	µg/l	0,03	-
65	CLORDANO (total de isómeros)	µg/l	0,3	-
66	DDT (total de isómeros)	µg/l	1	-
67	HEPTACLORO Y HEPTACLORO EPOXIDO	µg/l	0,1	-
68	GAMMA-HCH (lindano)	µg/l	3	-

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

69	METOXICLORO	µg/l	30	-
70	MALATION	µg/l	190	-
71	METIL PARATION	µg/l	7	-
72	PARATION	µg/l	35	-

E. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
	DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
73	BACTERIAS AEROBICAS	Nº por ml	100	-
74	COLIFORMES TOTALES	NMP por 100 ml (tubos múltiples) Nº por 100 ml (membrana filtrante)	< 2,2 0	- -
75	COLIFORMES FECALES	NMP por 100 ml (tubos múltiples) Nº por 100 ml (membrana filtrante)	< 2,2 0	- -
76	PSEUDOMONAS AERUGINOSAS	Nº por 50 ml	Ausencia	-

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

77	FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON	Nº por litro	Ausencia	-
78	GIARDIA LAMBLIA	Nº por 380 litros	Ausencia	-
79	CRYPTOSPORIDIUM		AUSENCIA	-

Notas:

- a) Límites recomendados: Los operadores deben programar alcanzar estos límites en condiciones normales de operación en una fecha que se establezca en las normas aplicables.
- b) La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.

Límites para la descarga de efluentes cloacales

	DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO	LIMITE OBLIGATORIO SIN TRATAMIENTO
1	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (20°C sin nitrificación)	mg/l O ₂	50	20	300
2	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (Dicromo potasio)	mg/l O ₂	125	75	375
3	TOTAL DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	60	20	500

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

	(secado 105°C)				
4	ACEITES Y GRASAS (sustancias solubles en éter etílico)	mg/l	50	-	200
5	FOSFORO (total)	mg/l P	2	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación	-
6	NITROGENO (total)	mg/l N	15	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación	-
7	TEMPERATURA	°C	45	En el caso de plantas que tomen agua para refrigeración y luego la descarguen en el río, la temperatura del agua de descarga no debe exceder a la de extracción en más de 10 °C. Podrán aplicarse límites más estrictos si es realmente necesario para proteger el medio ambiente de los peces	45
8	pH	Unidades de pH	8,5 > pH > 7,5	El uso de químicos para corregir el pH no debe provocar que se infrinjan otros límites aplicables	8,5 > pH > 7,5
9	AMONIACO (total)	mg/l	25	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no es usada para el abastecimiento de usos humanos o	-

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

				para el sostén de zonas de pesca reconocidas	
10	COLIFORMES (total)	NMP por 100 ml	5000	Si el cuerpo receptor se utiliza para propósitos recreativos con contacto físico con el agua las autoridades de regulación podrán exigir que la sea desinfectada. Esta desinfección no deberá causar que se infrinjan otros límites aplicables	-
11	COLIFORMES FECALES	NMP por 100 ml	1000	-	-
12	FENOLES	µg/l C6H5OH	50	-	500
13	HIDROCARBUROS (totales)	mg/l	50	-	100
14	CIANURO	mg/l Cn	100	-	100
15	DETERGENTES SINTETICOS	mg/l	3	No deberá formarse	5
16	CROMO	mg/l Cr	200	-	200
17	CADMIO	mg/l Cd	100	-	100
18	PLOMO	mg/l Pb	500	-	500
19	MERCURIO	mg/l Hg	5	-	5
20	ARSENICO	mg/l As	500	-	500
21	SULFUROS	mg/l	1	-	2

Notas:

a) Límites recomendados: Los operadores deben programar alcanzar estos límites en condiciones normales de operación en una fecha que se establezca en las normas aplicables.

Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez – Santa Fé.

b) La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.

c) Para pequeñas descargas de sistemas de desagües cloacales que sirvan a poblaciones equivalentes a menos de 500 habitantes que no tengan descargas industriales, normalmente se aplicará un standard descriptivo, a menos que se estime que puede causarse un importante impacto ambiental en el cuerpo receptor. El standard descriptivo incluirá tipos de procesos de tratamiento y las rutinas de operación y mantenimiento.

d) Una flexibilización de cualquiera de los límites puede ser considerada en un estudio caso por caso. La flexibilización podrá ser aceptada si se demuestra, a satisfacción de las autoridades de regulación, que no se causará un impacto ambiental importante.

e) Se podrán considerar límites más estrictos, caso por caso, si se juzga que la aplicación límites listados pueda causar un importante impacto ambiental sobre el cuerpo receptor inutilizándolo para los usos designados.

f) Los límites obligatorios expresan la concentración máxima admisible.

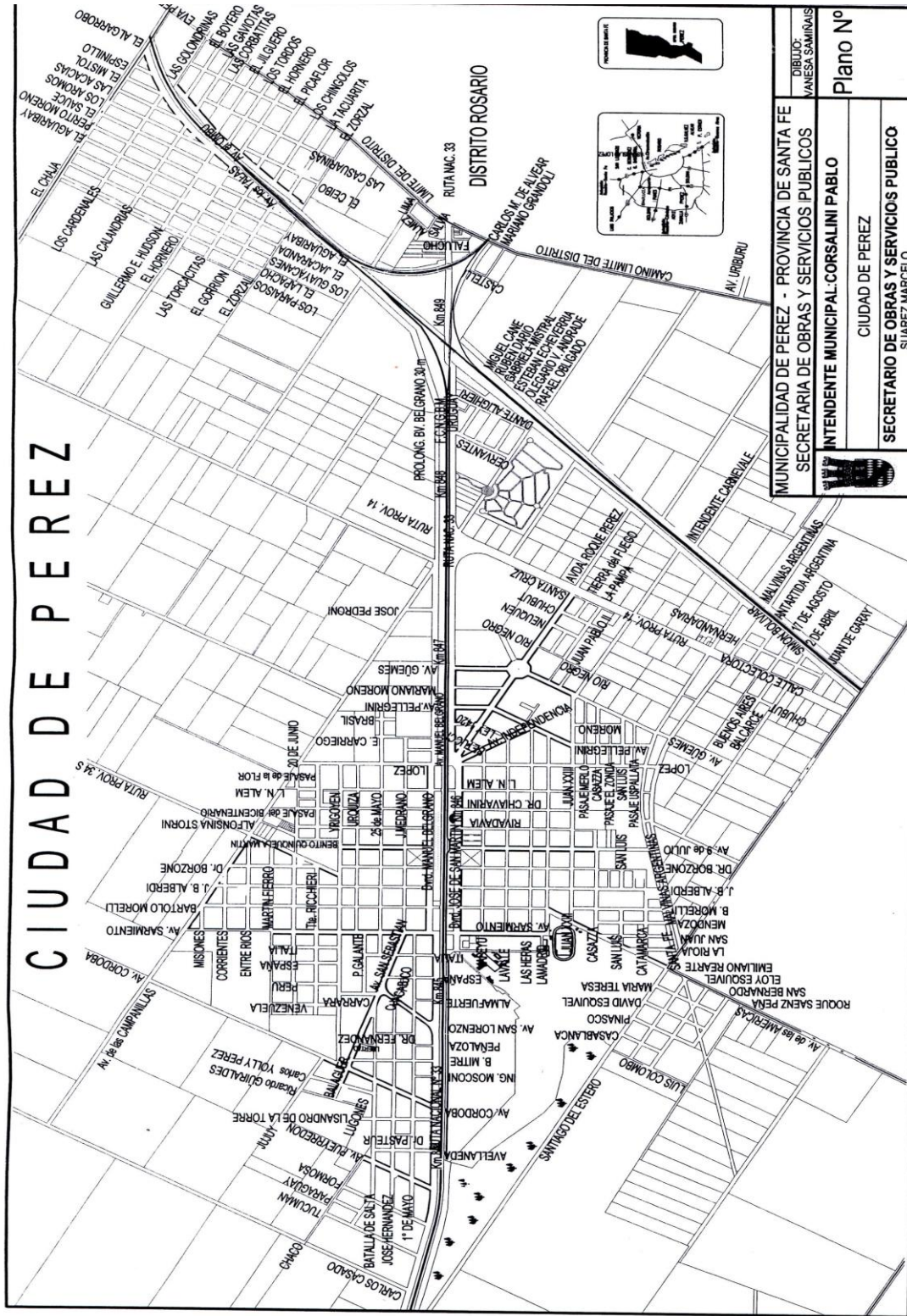
g) Los límites recomendados deben ser interpretados como objetivos de operación normales.

h) Los límites obligatorios sin tratamiento se aplicarán a los desagües industriales que descarguen a los sistemas de desagües cloacales.

i) La definición de frecuencia y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.

Análisis comparativo de la concentración de nitrato en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez - Santa Fé.

Plano de la ciudad de Pérez



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a quienes hicieron que esta investigación pudiera llevarse a cabo.

- A Duilio Fittipaldi por aceptar la dirección de ésta tesina, por su buena predisposición, tiempo dedicado y por su conocimiento y profesionalismo.
- A mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de la carrera.
- A Guillermo Ebner por su aporte de información para esta tesina.
- A la familia Rolle por el aporte de información y permitir la toma de muestras en su hogar.