

NITRATOS Y FOSFORO EN EL AGUA SUBTERRANEA DE UN AREA ANTROPIZADA DE LA REGION PAMPEANA - BUENOS AIRES REPUBLICA ARGENTINA

Heredia, Olga Susana¹; Fresina, Mirta, E.²; Santa Cruz, Jorge, N³. & Silva Busso, Adrián, A.³

Resumen - Se analizan las muestras de agua subterránea obtenidas a través de pozos domiciliarios en dos barrios carentes de servicios de agua potable y cloacas. Los mismos se encuentran en la Sección Epipelch del Pampeano, comprendiendo el acuífero libre y el sector más profundo del Pampeano que aloja un acuífero semilibre - semiconfinado.

El valor máximo de nitratos encontrado fue de 174 ppm, en tanto los mínimos fueron de 2 ppm, y el valor medio es de 62.8 %. El 66.7 % de las muestras, así, tienen valores superiores a 45 mg/l.

Se encontraron fuertes variaciones entre puntos de muestreo distanciados no más de 200 metros.

Con respecto al fósforo disuelto, se encontraron máximos de 0.46 mg/l y mínimos de 0.21 mg/l. El 100 % de las muestras supera el 0.2 mg/l de fósforo disuelto que es el valor de referencia del agua en general, aunque algunos países europeos utilizan el valor de 0.1 mg/l para el agua subterránea en particular.

Palabras-claves - agua subterránea, nitratos, fósforo disuelto

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA:

¹ Cátedra de Edafología. Dpto. de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453. Capital Federal (1417). Tele-Fax: 4524-8057 - email: heredia@mail.agro.uba.ar

² Dpto. de Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Cangallo 944, Martínez (1640). Pcia. de Buenos Aires. T.E.: 4717-2750
email: fresina@gl.fcen.uba.ar

³ PNTSAS, Instituto del Agua y del Ambiente. Autopista Ezeiza-Cañuelas, tramo Jorge Newbery, Km.1620. Ezeiza. Argentina (1804). T.E.: 4480-0295 - email: pntsas@ina.gov.ar

Los barrios de Garín y Matheu se encuentran en el Partido de Escobar (a 50 Km al norte de la Capital Federal) que presenta una superficie total de 300 Km² y 150.000 habitantes. El agua subterránea es la única fuente de abastecimiento para atender a sus diferentes usos: urbanos, industriales, agrícolas y de recreación. En este partido existen zonas densamente pobladas sin suministro de agua corriente, ni red cloacal., como es el caso de los barrios de referencia.

En el área predominan los sedimentos pampeanos (Pleistoceno). Estos sedimentos alojan a la Sección Epipelches (Sala, 1975), en la que se distinguen complejos sedimentarios acuíferos; complejos de baja permeabilidad (acuitardos) y unidades impermeables (acuicludos). Más profundamente se encuentra el acuífero Pelches, alojado en la Formación homónima arenosa (Plio-Pleistoceno). Todo el paquete conforma un sistema multiacuífero.

El nivel superior de la Sección Epipelches, lo constituye la capa freática. El acuífero libre proporciona bajos caudales, y presenta aguas de mala calidad por su contaminación química y bacteriológica especialmente con pozos sépticos domiciliarios.

La capa freática a veces emerge en forma de lagunas y otras aparece entre los 0,80 a 10 metros de profundidad y en condiciones de dinámica subterránea natural descarga en los cuerpos de agua superficiales. La ubicación del partido puede observarse en la Figura N°1.

1.2. CALIDAD DEL AGUA:

La calidad del agua puede ser evaluada a partir de distintas parámetros, como el pH, Total de Sólidos Disueltos, Conductividad Eléctrica, presencia de macro y microelementos y metales tóxicos. Dos de estos elementos que pueden tener relevancia como indicadores son el nitrato y el fósforo. Tanto el nitrógeno (N) como el fósforo (P) son esenciales para la vida pero su exceso puede ser perjudicial para el ambiente.

Ambos pueden encontrarse en forma orgánica como inorgánica. Las formas inorgánicas de N son el ion amonio, nitritos y nitratos, las de P son los fosfatos.

La presencia de nitratos en el agua puede ser natural o antrópica y la contaminación de carácter puntual o difusa (por desechos municipales o industriales o cercanía a pozos ciegos). Se presenta de manera puntual por la existencia de una concentración alta de animales en un lote como por ejemplo en: *feetlots*, *tambos*; tanques sépticos, sistemas de disposición de estiércol, o *difusa* como en el caso de la contaminación de aguas por fertilización de suelos (Candela y Aureli, 1998; Momo et al., 1992), o por la coalescencia

de numerosas fuentes puntuales muy próximas entre sí. En el área urbana, la contaminación del agua subterránea se debe a descargas de desechos municipales e industriales, cercanía a pozos ciegos, ó fugas en redes cloacales, etc.

Los valores de NO_3^- en agua deben ajustarse a la máxima concentración límite: 45 mg/l (Código Alimentario Argentino, 1995) valor que es coincidente con los admitidos por la Organización Mundial de la Salud, Comunidad Europea y la U.S.E.P.A. Niveles superiores implican potenciales riesgos a la salud (Shuval y Gruener, 1977), pudiendo causar una enfermedad denominada metahemoglobinemia que afecta principalmente a lactantes. (Petschenshsky, 1988; Vitousek et al., 1997).

El efecto que tienen sobre la salud no ha sido determinado en adultos, en el que podría estar asociada al cáncer gástrico (Jasa et al., 1996). En el suelo, la particularidad que presentan estos iones es su alta movilidad, no siendo retenidos por las partículas coloidales, por lo que con el agua de lluvia o riego, pueden lavarlos fácilmente más allá de la zona radicular, llegando rápidamente al acuífero freático. Los nitratos son buenos indicadores de la contaminación microbiológica del agua donde existan pozos sépticos cercanos a los pozos de agua de bebida.

En diversos trabajos se ha planteado que la problemática del P en los ecosistemas pasa por las pérdidas de este elemento, por escurrimiento superficial, y termina desembocando en ríos, lagos y arroyos generando la eutrofización de los mismos.

En el suelo estos iones son retenidos por las partículas coloidales (arcillas, materia orgánica), fijados o precipitados por iones como el calcio, hierro o aluminio, por lo que al agregarlos como fertilizantes orgánicos u inorgánicos se inmovilizan con facilidad y tienen escasa posibilidades de moverse.

La adsorción de fosfatos es un proceso común en suelos de la Región Pampeana, caracterizada por contenidos de arcilla medios a altos y un buen contenido de MO, estos suelos además tienen baja Capacidad Buffer de Fosfatos (Mendoza, 1983, Heredia y Giuffré, 1995).

En los últimos años se ha prestado atención al movimiento de P unido a partículas coloidales y para los suelos de Buenos Aires se han evaluado parámetros que pueden estar relacionados a el movimiento de P en solución o al P particular (Heredia et al., 1996) y que podrían afectar la calidad del agua.

En aguas se pueden medir distintas formas de P de interés como el P total (PT), el P biológicamente disponible (PBD) y el P disuelto (Pd) (Sharpley and Pionke, 1998). Estos dos últimas son de mayor importancia por estar relacionadas directamente con el

aumento en la población de algas azul verdosas, estas disminuyen el oxígeno disuelto, aumentan la DBO, causando la eutrofización de los cuerpos de agua templados.

Las cianobacterias producen una neuro-hepato-toxina que puede matar al ganado y afectar la salud (Lawton y Codd, 1991), la formación de trihalometanos durante el proceso de cloración del agua (Tunney, et al 1998), además de darle mal sabor y olor al agua tratada.

En el país ha habido casos de intoxicación por cianobacterias en la Cuenca del Río Ceballos (Cioccale et al., 1998) y problemas de eutrofización del embalse del Río Tercero (Mariñelarena, 1998).

Si por control hidrológico el agua subterránea actúa como influente de cuerpos de agua superficial, habrá que tener especial atención en la calidad del agua subterránea tanto por sus niveles de NO_3 como de fósforo.

2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

2.1. MUESTREO:

Se tomaron 39 muestras de agua subterránea de pozos domiciliarios en los barrios de Matheu (18 muestras) y Garín (21 muestras), durante los meses de septiembre a noviembre de 1999. Por encuesta verbal se seleccionaron los puntos de muestreo tomando en cuenta la profundidad de las perforaciones y el tipo de construcción de los mismos.

2.2. ANÁLISIS DE CAMPO:

La CE por conductimetría a campo, expresado en $\mu\text{S}/\text{m}$ y el pH por potenciometría. Los parámetros evaluados a campo se hicieron en el mismo momento de la extracción de la muestra.

2.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO:

Las muestras fueron enviadas al laboratorio dentro de las 24 hs siguientes a la extracción para realizar los siguientes análisis: Nitratos (NO_3^-), fósforo disuelto (Pd). Los NO_3^- (mg/L) fueron determinados por destilación y posterior titulación (Page, 1982), el Pd se determinó, luego de filtrar la muestra, con el método colorimétrico de Murphy y Riley (1962) expresado en mg/L.

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una estadística descriptiva de las muestras por zona y en conjunto y un análisis de correlaciones entre los parámetros medidos, utilizando el paquete estadístico SX 4.0.

3. RESULTADOS Y METAS ALCANZADAS

3.1. HIDROQUÍMICA DEL ÁREA DE ESCOBAR

Se consideraron 19 muestras de agua subterránea de los Acuíferos Pampeano y Puelches, (PNTSAS-INA, 1997) con el objeto de realizar la clasificación hidroquímica de las aguas. Se midieron en laboratorio los siguientes parámetros necesarios para la clasificación Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{SO}_4^{=}$, HCO_3^- , Cl^- .

La media aritmética de los resultados del muestreo se evidencian en el siguiente cuadro:

Parámetro	Cl^-	HCO_3^-	$\text{SO}_4^{=}$	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Media	30.82	423.89	19.23	121.84	15.36	63.03	27.16

Aritmética

Acuífero Pampeano

Parámetro	Cl^-	HCO_3^-	$\text{SO}_4^{=}$	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Media	31,58	397,40	26,87	164,13	10,66	36,02	16,27

Aritmética

Acuífero Puelches

El tipo de aguas se clasificaría como bicarbonatadas sódicas, siendo el Acuífero Pampeano sensiblemente más calcico-magnésico como suele ser característico en la Región Chacoparanense (Arens, 1969; Ruíz Huidobro y Sosic, 1980). Se realizaron los diagramas de Piper Hill, (1953) y Schoeller, (1962) que permiten visualizar las familias de aguas en ambos acuíferos como puede observarse en la Figuras 2 y 3.

3.2. NITRATOS Y FÓSFORO DISUELTO

En las Figuras 4 y 5 pueden observarse, para Garín y Matheu los valores máximos, mínimos, media y mediana de los valores de nitratos y Pd respectivamente.

Evaluadas todas las muestras en conjunto, se encontró que para NO_3^- que el valor máximo fue de 174 ppm, el mínimo de 2 ppm y el CV de 62,8%. Para Pd el valor máximo fue de 0,461, el mínimo de 0,216 ppm y el CV de 16,82.

En el caso de nitratos la problemática para áreas urbanas es más conocida, habiéndose encontrado valores semejantes o superiores a estos, como en La Plata, Quilmes, Berasategui, Lomas de Zamora, General San Martín, Tres de Febrero, Mar del Plata, Balcarce (Díaz, 1985; Auge, 1996; Martínez, 1997).

El contenido de nitratos fue en el 33,3% de las muestras menor a 45 ppm siendo mayor a este nivel en el resto de las muestras analizadas.

La USEPA (1992) y el USGS (1999) consideran que los niveles de P en aguas de arroyos que lleguen directamente a lagos no deben superar los 0,05 mg/l, mientras que aquellos que no llegan por vía directa a reservorios el nivel puede llegar a 0,1 mg/l de Pd.

Los valores de Pd encontrados en Matheu y Garín exceden los niveles guía establecidos por la comunidad Europea y la E.P.A. (Figura 4) concerniente a Pd como contaminante de aguas subterráneas y potencial de aguas superficiales, no se conocen los niveles base de P en agua pero es posible que estos sean bajos y en el caso tratado el uso de la tierra ya sea urbano o industrial sean las principales causas del deterioro del agua subterránea. Para Pd el 100 % de las muestras superó los 0, 1mg/l.

En la Florida (USA) el Pd en agua de drenaje que entra en los Everglades debe ser de 0,05 mg/l de Pd y para el año 2000 se espera llegar a 0,01 mg/l.

Alemania estableció el límite de Pd en aguas subterráneas de 0,1 mg/l cuando la napa esta cercana a la superficie, situación que favorece las formas reductoras, o cuando el tipo de suelo es de texturas gruesas con baja capacidad de retención de fosfatos. Holanda determina que el nivel de fosfatos en agua subterránea no genera problemas cuando es igual o menor a 0,05 mg/l.

En el país se evaluó la relación entre los sistemas de labranza y el Pd de suelo extraído con CaCl_2 , encontrándose una relación lineal entre las formas extractable de P por Bray-1 y el potencialmente disuelto en agua en un ensayo de simulación (Giuffré y Esquerdo, 1999). Se evidenciaría que a mayor nivel de fósforo en suelos mayor es la potencialidad de movimiento por runoff en sistemas agrícolas.

4. CONCLUSIONES.

- ✓ Se trata de aguas Bicarbonatadas sódicas. Siendo el acuífero Pampeano más cálcico-magnésico que el Puelches.
- ✓ El 66,7% de las muestras analizadas contiene valores de nitratos superiores a 45 mg/l que es el valor aceptado para agua potable. Se encontraron valores mínimos de 2 mg/l y máximos de 174 mg/l de nitratos.
- ✓ Se encontró que en estos sectores estudiados la contaminación del acuífero libre con nitratos es aún puntual, con mucha heterogeneidad de los valores entre puntos muy cercanos (200 metros), por lo que se estima que el saneamiento con redes cloacales remediara relativamente rápido la contaminación en algunas áreas.
- ✓ El 100% de muestras supera el 0,2 mg/l de fósforo disuelto (Pd), que es el valor de referencia para aguas en general, aunque algunos países europeos utilizan el valor de 0,1 mg/l para el agua subterránea en particular. Se encontraron valores mínimos de 0,21 mg/l y máximos de 0,46 mg/l de Pd.
- ✓ La importancia ambiental del fósforo disuelto en el agua subterránea radica en su descarga al agua superficial (caso región Pampeana), y consecuentemente su aporte a la eutrofización.

5. RECOMENDACIONES.

En estas áreas y para una investigación que contemple todos los aspectos de la hidrogeología ambiental - urbana, es conveniente relevar y analizar el uso de la tierra y sus características, evolución en el tiempo y el espacio y todo otro aspecto que contribuya a caracterizar las posibles fuentes contaminantes y su persistencia. También es necesario cubrir todos los aspectos de la hidrogeología urbana en cuanto a la dinámica del agua subterránea, ubicación y distancias de pozos de abastecimiento y pozos ciegos, sobreexplotación de acuíferos y alteraciones en la dirección y sentido del flujo subterráneo entre otros.

Los muestreos de agua deberán abarcar varios períodos estacionales y realizarse con una alta densidad.

Es conveniente incorporar fósforo disuelto a los análisis hídrico-ambientales de rutina, estableciendo niveles guía, al igual que los estándares internacionales.

6. LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ARENS PIETER, L., 1969. Algunos Paisajes Geoquímicos en al Región Pampeana Actas de la Quinta Reunión Argentina de la Comisión del Suelo. Relato Comisión II, Santa Fe: pag.107-115.
- AUGE, M. Y M.I. NAGY, 1996. Origen y evolución de los nitratos en el suelo y el agua subterránea de La Plata, Pcia de Buenos Aires, Argentina.
- CANDELA L., AURELI A. 1998. Agricultural threats to groundwater quality. IHP-UNESCO, IAMAZ-CIHEAM, 251 pp.
- CIOCCALE M.A., M. FERRI, J.J. FILARDO, R. INGARAMO, G. LADO, N. MONTIVERO Y R. MORERO.1998. Estudio integral de la problemática del agua en la cuenca del Río Ceballos. Córdoba, Argentina. XVII Congreso Argentino del Agua, Santá Fé: 371-379.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO.1995. Calidad de aguas de bebida, Cap.XII. E-243, DNPH. 5pp.
- DÍAZ, F.M. 1985. Contaminación de las Aguas subterráneas por nitratos. Situación existente en el Aglomerado bonaerense. XII Congreso Nac. del Agua Mendoza: 5-9.
- GIUFFRÉ L. Y M.M. ESQUERDO, 1999. Fósforo Disuelto y su relación con sistemas de labranza. Rev. Fac. de Agronomía, UBA, 19: 101-104.
- HEREDIA Y GIUFFRÉ. 1995. Capacidad Buffer de Fosfatos en suelos de la Pcia. de Bs. As. . Rev. INIA (Chile), 55: 273-277.
- HEREDIA O.S., GIUFFRÉ L., BERASATEGUI L., PASCALE C. 1996. Fósforo extraíble e índices de sorción: Posibles usos ambientales. Ciencia del Suelo, 14: 50-52.
- JASA P., SKIPTON S., VARNER D., DELYNN H. 1996. Drinking water. Nitrate-nitrogen. NebGuide,G96-1279-A. 7pp.
- MARIÑELAREMA A. J.1998. Respuesta trófica a un programa de manejo hidráulico. Embalse del Río Tercero, Córdoba. Córdoba, Argentina. XVII Congreso Argentino del Agua, Santá Fé: 362-370.
- MÁRTINEZ D. E. 1997. Incremento en la concentración de nitratos en aguas subterráneas de la Cuenca de la Laguna de los Padres, Pcia. de Bs.As., Argentina. Congreso internacional de Aguas: III-10.
- MENDOZA R.E. 1980. Sdsorción de P en el suelo y su relación con la producción de dos especies forrajeras. Rev. Fac. Agronomía, UBA, 1: 19-30.

- MOMPO CARLOS R. , OCIO ARMENTÍA J. A. 1992. La agricultura y la contaminación de las aguas por nitrato. Hoja divulgadora N°7/92 HD. MAPyA, España: 1-32.
- MURPHY J., AND J.P. RILEY. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta,27: 31-36.
- PAGE A.L. (Ed.). 1982. Methods of soil analysis (Part 2), Chemical and Microbiological properties, N°9 in the Agronomy series, SSSA, Inc. Publ.,WI, USA, 1159p.
- PETCHENESHKY T.1988. Evaluación del nivel de nitratos en agua de bebida en los partidos del Gran Buenos Aires. Dirección nacional de Calidad Ambiental, Secretaria de Salud, ministerio de salud y Acción Social. 108pp.
- PIPER, P, A HILL, J. LANGELIER, (1953). En Custodio y Llamas, (1983). Hidrología Subterránea Tomo I. Pag: 1060.
- PNTSAS-INA, 1997. Diagnóstico de la Calidad del Agua Subterránea en el Partido de Escobar con Miras a la Gestión Ambiental del Recurso, Programa Nacional de tecnologías Sustentables en Aguas Subterráneas, Instituto Nacional del Agua y el Ambiente.
- RUÍZ HUIDOBRO, O. Y M. SOSIC, 1980. Separata de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Vol:II, pag: 1641-1691.
- SCHOELLER, 1962. Les Eaux Souterraines Masson. Editeurs Paris.
- SHARPLEY A.N. AND H. PIONKE. 1998. Suggest terminology for P lost in runoff and drainage water. Chapter 22, In Tunney (Ed), 1998, Phosphorus loss from soil to water. CABINTERNATIONAL, UK, 467p.
- SHUVAL H. I., GRUENER N.1977. Health effects of nitrates in water. EPA 600/1-77-030.
- TUNNEY H., O.T. CARTON, P.C. BROOKES AND A.E. JOHNSTON. 1998. Phosphorus loss from soil to water. CABINTERNATIONAL, UK, 467p.
- USEPA. 1992. National Water Inventory. Report to US Congress, 25pp.
- US GEOLOGICAL SURVEY. 1999. Nutrients in the Nation's Water- too much of a good thing. National Water-Quality program. USGS, Circular 1136, 14p.

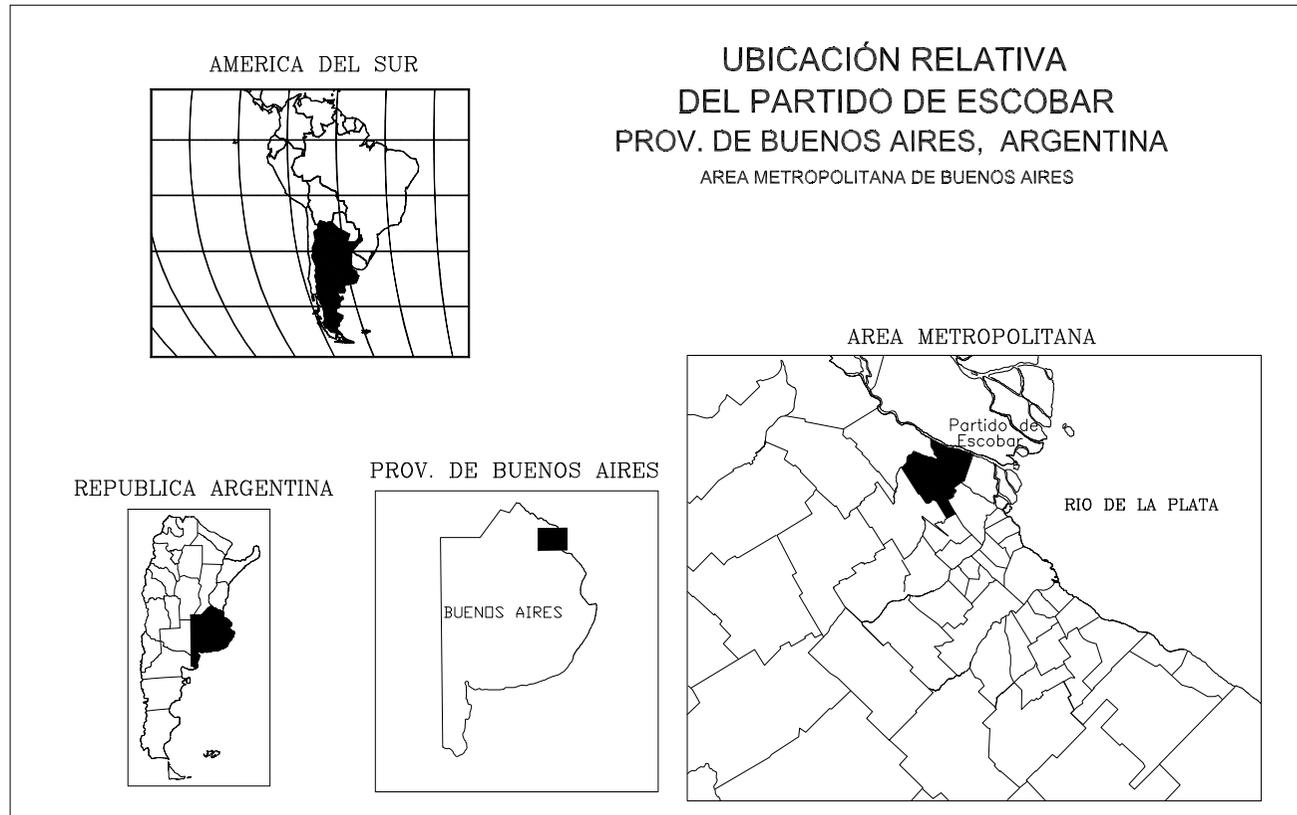


Figura N°1. Mapa de ubicación del Pdo. de Escobar

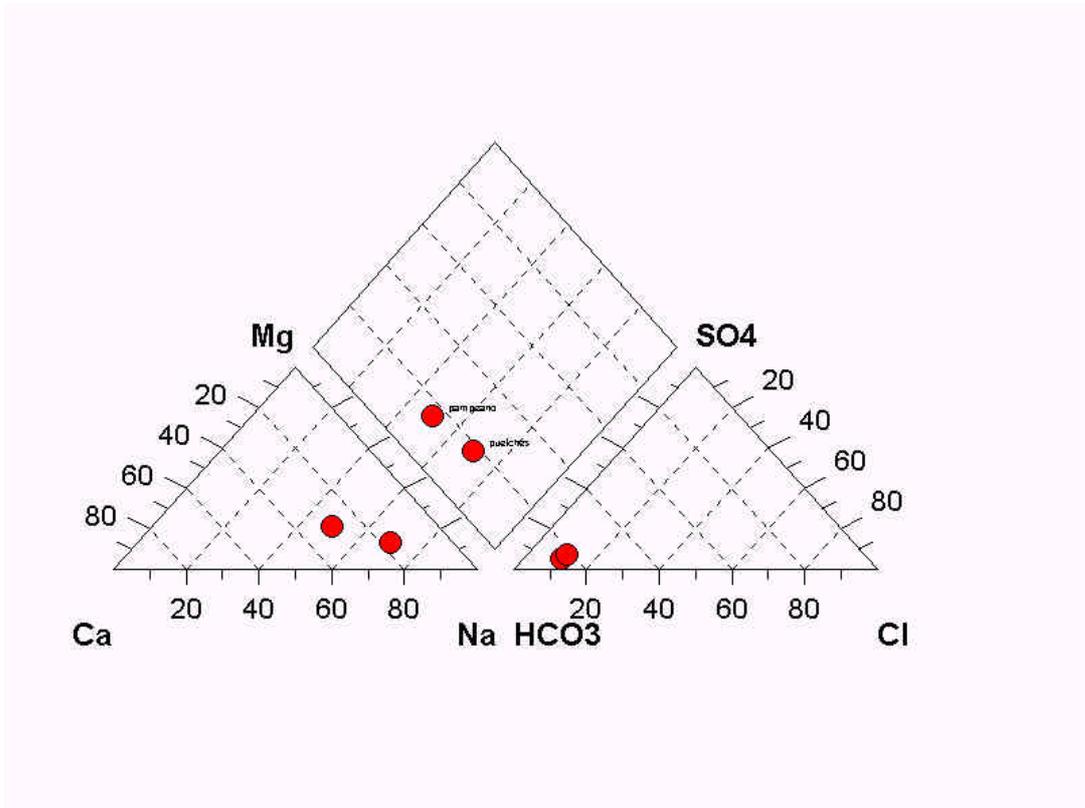


Figura N°2. Clasificación según Piper, (1953)

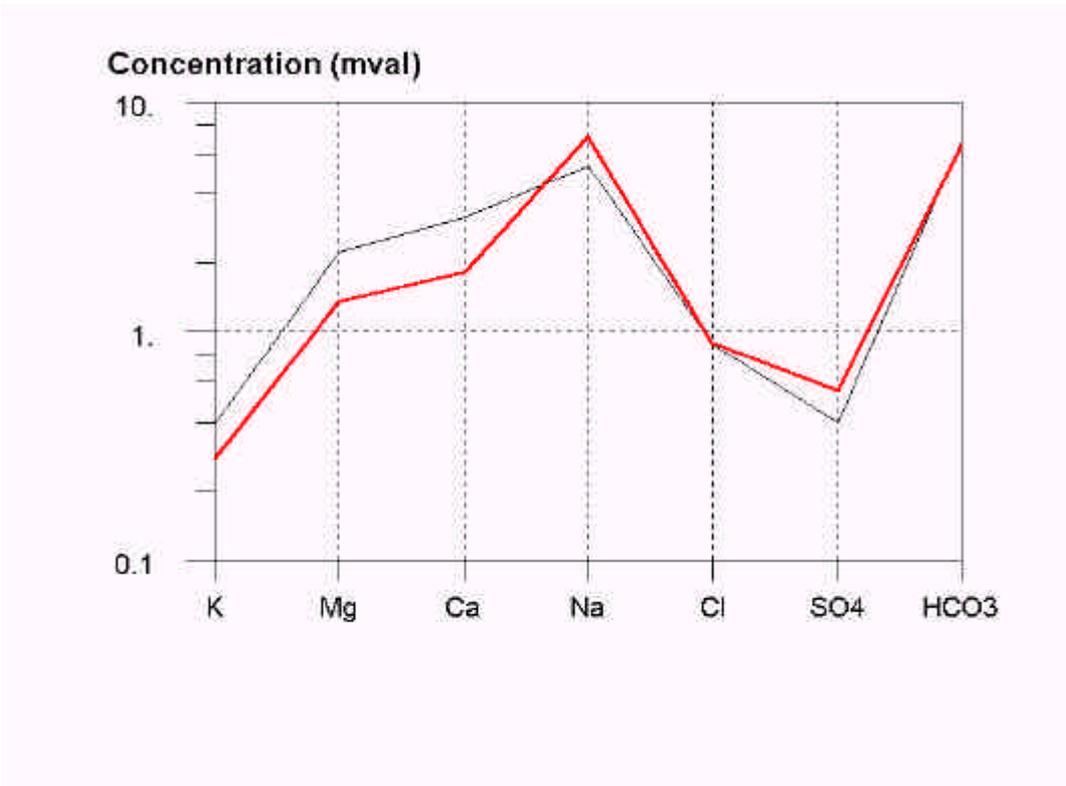
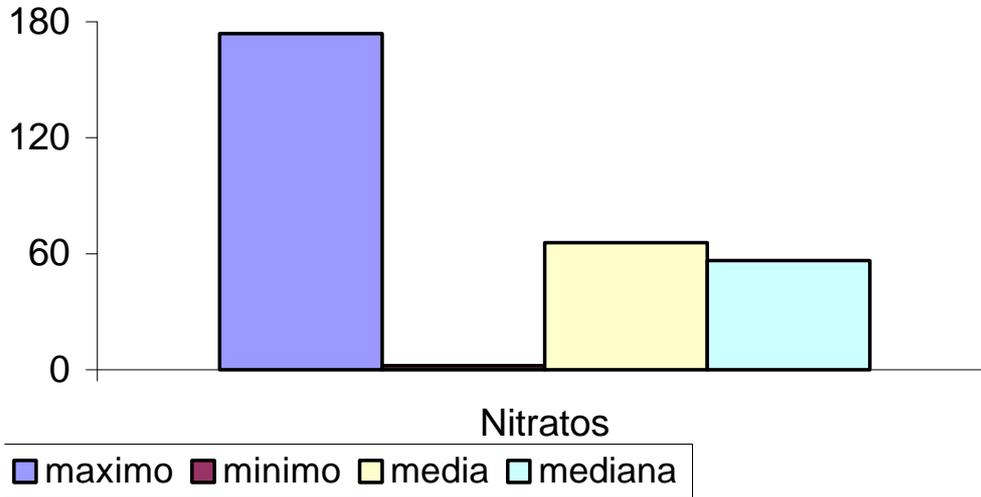
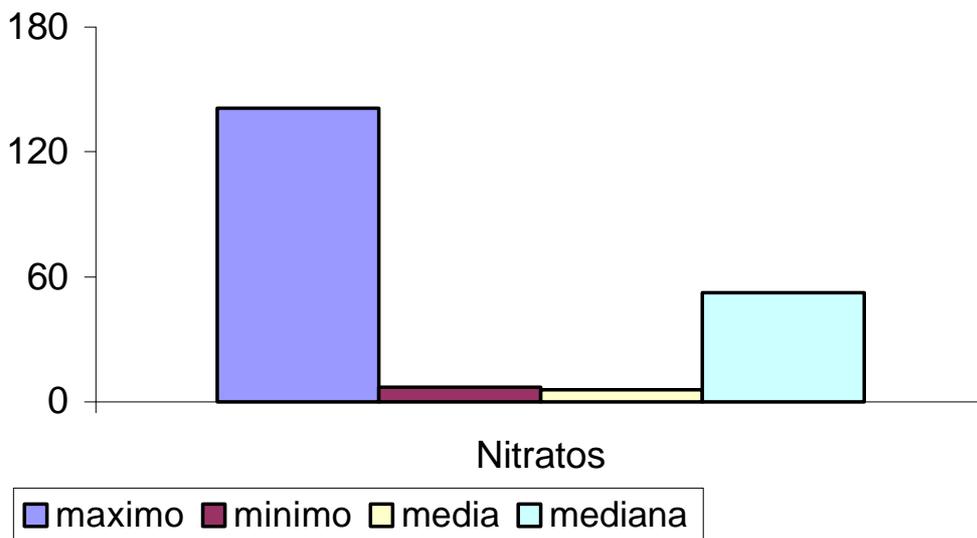


Figura N°3. Clasificación Según Schoeller, (1962). Rojo: Acuífero Puelches, Negro: Acuífero Pampeano

Figura 4: Estadística descriptiva Matheu

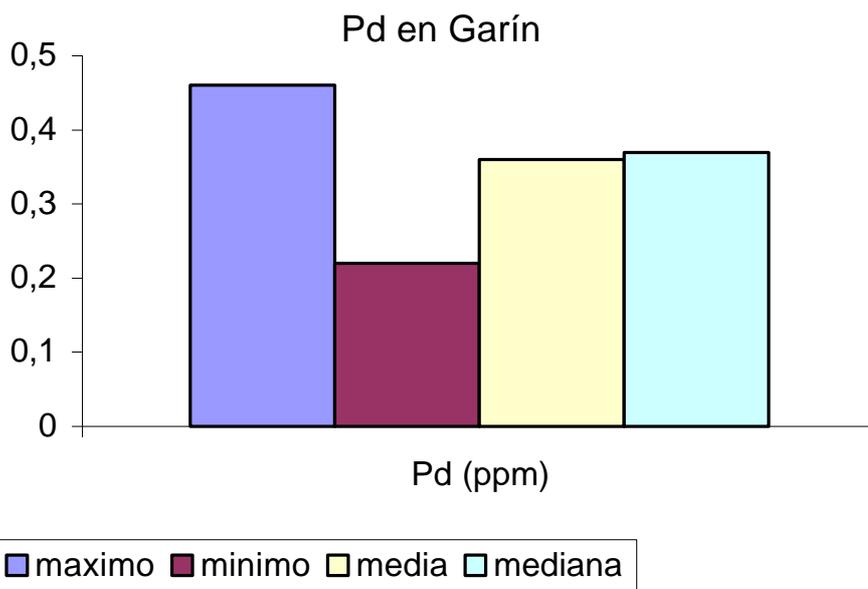
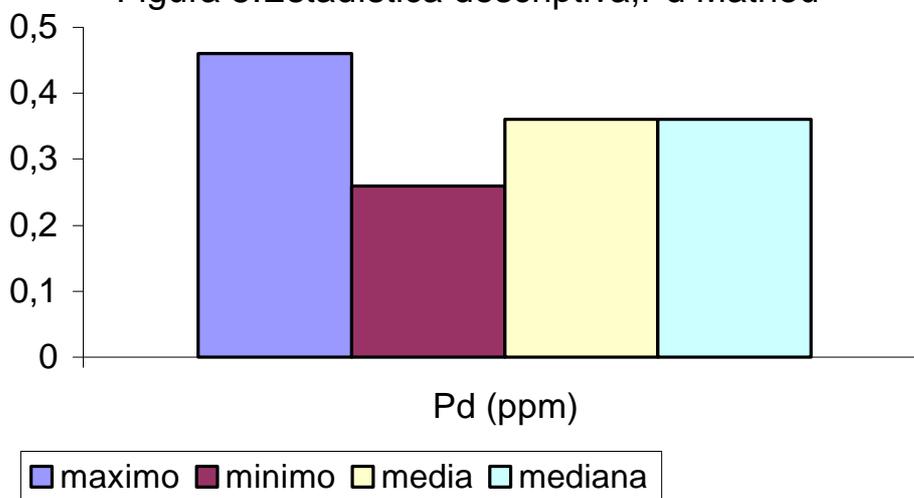


Nitratos Garín



Figuras N°4. Distribución de la concentración de NO_3^- en las ciudades de Matheu y Garín

Figura 5: Estadística descriptiva, Pd Matheu



Figuras N°5. Distribución de la concentración de Pd en las ciudades de Matheu y Garín