

Taller de potabilidad de aguas subterráneas: análisis y alternativas de potabilización del agua en quintas del gran La Plata

*Cristeche Marina
Rozadilla Gastón
Valbuena Lisandro
Buzzatto Micaela
Assandri Matias
Cano Leonardo*

**Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de La Plata**

RESUMEN

En el área del Gran La Plata las personas que no están conectadas a la red pública de suministro de agua, obtienen su agua de pozos individuales, que carecen de monitoreo de calidad, o se conectan a una red cercana de manera precaria y propensa a la contaminación. En este contexto, los destinatarios del presente proyecto son productores frutihortícolas del Gran La Plata y parte de la región sur del Área Metropolitana Bonaerense. La mayoría de los productores son inmigrantes bolivianos, de mediana edad, dedicados fundamentalmente a la producción de hortalizas de hoja bajo cubierta. Las familias de productores viven y trabajan en terrenos arrendados de 0,5 a 3 has de extensión. Sus viviendas son casillas de madera precarias y con altos niveles de hacinamiento, y no cuentan con servicios de gas y agua de red. Como objetivos nos proponemos: Contribuir a la mejora en la calidad de vida de horticultores familiares de La Plata y parte de la región sur del conurbano bonaerense, a través del análisis del agua de consumo y la implementación de tecnologías alternativas para su potabilización.

Además, contribuir a la formación profesional y técnica de los estudiantes participantes, de una manera interdisciplinaria y socialmente crítica.

En el lapso 2015-2016, se recogieron muestras de agua de consumo en un total de 62 pozos, ubicados en quintas de productores del Gran La Plata. Se determinaron variables fisicoquímicas y microbiológicas de acuerdo al indicado por el Código Alimentario Argentino. Del total de los pozos muestreados, encontramos que el 82,3% estaban contaminados microbiológicamente. Las causas mayoritarias fueron un exceso de bacterias coliformes totales y la presencia de *P. aeruginosa*. Por el contrario, la contaminación fisicoquímica sólo fue registrada en 6,5% de las muestras, por un exceso en el contenido de nitratos.

Posteriormente a la etapa de análisis, se realizaron numerosos encuentros con los productores para transmitirles los resultados y charlar sobre las técnicas de potabilización que podrían aplicar. Una de estas propuestas es la instalación de un prototipo de filtro de fácil armado y bajo costo, diseñado por uno de los integrantes del proyecto. Recien-

temente, se instalaron 10 de estos filtros durante una jornada-taller con productores, para facilitar la apropiación de la tecnología y su posterior mantenimiento.

La situación sanitaria del agua para consumo humano en la zona del Gran La Plata está gravemente comprometida, principalmente por la presencia de bacterias patógenas. Las causas de contaminación del agua en la región son múltiples y giran en torno a las características de las perforaciones y el uso de la tierra: pozos de agua antiguos de poca profundidad, sin mantenimiento ni encamisado, ubicados a poca distancia de letrinas de uso familiar, sumado a la aplicación intensiva de agroquímicos y fertilizantes en los cultivos. Como consecuencia de esto, se registraron una serie de sintomatologías en los pobladores, como dermatitis, diarreas y parásitos. A partir de los análisis realizados, los talleres con los productores y la instalación de los filtros de potabilización esperamos una mejora en la calidad del agua consumida en la región.

INTRODUCCIÓN

De la totalidad de agua en el mundo, el 97 % es salada, y el 3 % es dulce. Del total de agua dulce, el 69 % corresponde a hielos y glaciares, el 30 % a aguas subterráneas, y el 1 % a agua de fácil acceso. Del agua dulce superficial líquida que se encuentra en el planeta el 87

% se halla en los lagos, el 11 % en pantanos y solo el 2 % en ríos [1].

El agua superficial está más expuesta a la contaminación y generalmente es mucho más cara, por el tratamiento que necesita para su potabilización, que la subterránea. Por ello, en la mayoría de los países desarrollados, que se caracterizan por optimizar los usos de los recursos naturales, el empleo de agua subterránea para consumo humano, supera apreciablemente al del agua superficial.

En la Argentina alrededor del 75% del territorio es árido o semiárido; o sea presenta dé-

ficit en el balance hídrico. A esto, se agrega el hecho de que sólo dos regiones tienen abundante agua superficial potabilizable (Mesopotamia y Cordillera Patagónica). Por ello el agua subterránea juega un rol importantísimo en la provisión para consumo humano y para riego. A nivel del país, aproximadamente un 20% del abastecimiento para consumo humano es de origen subterráneo [1].

En el área Metropolitana de Buenos Aires, Gran Buenos Aires y Gran La Plata las personas que no están conectadas a la red pública de suministro de agua, obtienen su agua de pozos individuales que carecen virtualmente de monitoreo de calidad o se conectan a una red cercana a través de condiciones precarias muy propensas a contaminación. Nuestro trabajo está focalizado en la región de producción fruti-hortícola del Gran La Plata, donde los productores tienen algunas características comunes, la mayoría son inmigrantes bolivianos, de mediana edad (25-50 años) dedicados fundamentalmente a la producción de hortalizas de hoja y principalmente bajo cubierta. Cultivan en pequeñas superficies arrendadas (de 0,5 a 3 has) ubicadas en el interior de antiguas quintas. Su vivienda, casillas de madera con altos niveles de precariedad y hacinamiento, se encuentra a pocos metros del invernáculo, tornándose difusos los límites entre la actividad productiva y la actividad doméstica. No tienen acceso a gas y agua de red y el uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes en la zona ha contaminado las napas de donde se extrae el agua para riego, limpieza de las verduras y consumo familiar.

Comités de expertos en saneamiento e higiene de la vivienda de la Organización Mundial de la Salud han señalado en múltiples ocasiones la relación entre las grandes epidemias o endemias y la contaminación de los suministros de agua.

La falta de higiene sanitaria y buena calidad de agua potable sigue siendo una amenaza para la salud humana. Las enfermedades transmisibles por el agua generan patologías que demuestran y evidencian el grado de deterioro de una población, siendo los sectores más afectados aquellos que sufren

de pobreza, condiciones habitacionales y de higiene sanitaria deficientes, desnutrición y marginalidad.

Las enfermedades relacionadas con el uso de agua contaminada pueden dividirse en aquellas causadas por agentes biológicos (organismos patógenos) y las que son producidas por sustancias químicas.

Los potenciales patógenos presentes en el agua son bacterias, virus, protozoos, helmintos y otros parásitos. La mayoría de los patógenos que se encuentran en el agua contaminada provienen de heces humanas o animales, no se reproducen en el agua y una vez dentro del organismo, inician una infección en el tracto gastrointestinal luego de ser ingeridas.

Los efectos en la salud de las enfermedades transmisibles por el agua varían en severidad desde una leve gastroenteritis hasta casos graves de disentería, hepatitis, cólera, fiebre tifoidea y diarrea severa.

Desde el punto de vista microbiológico, el examen de la calidad sanitaria del agua tiene por objetivo determinar la presencia de ciertos grupos de bacterias, que revelen una contaminación reciente por materia fecal o por materia orgánica [2,3].

En lo que respecta a la contaminación con sustancias químicas, los nitratos se han convertido en una de las causas principales de deterioro del agua subterránea, tanto en los países desarrollados como en los en desarrollo. En definitiva, en la actualidad, la contaminación con nitratos aparece como la más difundida geográficamente y vinculada a la mayor parte de las actividades humanas.

En los centros urbanos carentes de servicios cloacales los nitratos derivan de la degradación de la materia orgánica, mayormente de origen fecal. Los pozos absorbentes, en los que se vierten los desechos fecales, son las fuentes de emisión principales.

En los ámbitos urbanos es frecuente que la contaminación con nitratos no sólo deteriore la calidad del agua freática, sino también la de acuíferos semi confinados, como sucede en gran parte del Conurbano de Buenos

Aires y en La Plata, donde la contaminación es de tipo areal o regional y llega al acuífero inferior (semi confinado), luego de atravesar el acuitardo que lo separa de la capa freática, por el proceso de filtración vertical descendente [4].

Existen dos tipos de enfermedades cuyo origen tiene relación con el consumo de agua que contiene elevadas concentraciones de nitratos: La Metahemoglobinemia (cianosis infantil) y la Carcinogénesis. En la primera la toxicidad del nitrato proviene de su reducción a nitrito, proceso que puede ocurrir bajo condiciones específicas en el estómago y en la saliva. El ion de nitrito que se forma oxida el hierro en las moléculas de la hemoglobina, transformándolo de ferroso (Fe^{2+}) en férrico (Fe^{3+}). La metahemoglobina así producida vuelve a la sangre incapaz de fijar de manera reversible el oxígeno, la cual da como resultado una anoxia y aun la muerte, cuando tal situación no se corrige a tiempo.

En la Carcinogénesis los nitritos (e indirectamente los nitratos) pueden reaccionar con aminas y amidas para formar nitrosaminas y nitrosamidas. Se ha comprobado que la mayoría de estos compuestos son carcinogénicos en un gran número de especies animales, y muchos de ellos han sido considerados mutagénicos. Las evidencias epidemiológicas sugieren que la abundante ingestión de nitratos puede contribuir al surgimiento del cáncer gástrico [5-7].

A pesar de que las primeras investigaciones sobre la contaminación de las aguas subterráneas debido a los sistemas de saneamiento básico datan de muchos años atrás, en la última década se ha convertido en un tema olvidado, a pesar de ser muy común el uso de sistemas sanitarios básicos en países en vías de desarrollo. Si bien se han realizado varios trabajos sobre la hidrogeología, no existen estudios de contaminación de las aguas subterráneas en la región [8,9].

En este contexto, en el presente trabajo se propone determinar el tipo y magnitud de la contaminación del agua subterránea en el cordón fruti-hortícola de la Ciudad de La Plata, identificar los causales particulares del

mismo, concientizar de la problemática que ocasiona a los consumidores de dicha agua y/o de la verdura allí producida, y evaluar alternativas tecnológicas que resuelvan el presente inconveniente.

METODOLOGÍA

Encuentros con los productores:

Los encuentros con los productores siempre trataron de respetar la dinámica del grupo o cooperativa, tratando de utilizar los días, horarios y lugares de reunión que ellos ya tenían establecidos previamente. El formato de los encuentros siempre fue con una charla inicial de parte del director y coordinadores del proyecto, seguido de una instancia de asamblea donde se buscó la participación activa de todos los actores presentes, destinatarios, estudiantes del proyecto, técnicos del INTA, etc.

El primer contacto con la comunidad se realizó con el referente del grupo o cooperativa de productores, técnicos del INTA de la zona y con los integrantes de la facultad de Ciencias Agrarias que facilitaron la llegada al grupo.

En la reunión de presentación del proyecto se establece la dimensión de la problemática, se identifican actores sociales e institucionales y se realiza una aproximación a las condiciones socio-sanitarias de la zona a través de la recuperación del saber de los destinatarios. En esa reunión se plantea la problemática del agua no potable y se da a conocer la dinámica de trabajo del Proyecto. A partir de esto se hace necesario realizar la selección de los puntos de muestreo teniendo en cuenta múltiples aspectos determinantes: la población ubicada en la zona, la proximidad de fábricas, cercanías a arroyos, basurales, entre otros parámetros.

En este momento la comunidad decide cuáles serán los domicilios a muestrear, se consideran prioritarias las áreas con total carencia de servicios de aguas y cloacas, también se realiza una evaluación de la contaminación ambiental, y del estado de salud de la pobla-

ción. En el caso que se requiera se monitorea también el agua superficial de arroyos cercanos a la zona donde se realiza el volcado de desechos (de basura y/o industriales).

En los encuentros posteriores, para difundir los resultados y evaluar las posibles soluciones, se utilizaron medios audiovisuales y gráficos tratando de transmitir los conceptos técnicos de la forma más amena y simple posible para que todos los productores puedan entenderlos y a partir de ahí tomar decisiones.

Al momento de evaluar que solución encarar para la problemática encontrada, se presentaron distintas opciones existentes en el mercado (clorinadores, filtros comerciales, etc.) y además se ofrece la construcción conjunta de un sistema filtrante a base de cloración, mallas filtrantes y carbón activado desarrollado por integrantes del proyecto.

Toma de muestra

En la Figura 1 pueden apreciarse los puntos de muestreo de los últimos dos años en el Gran La Plata y alrededores. Como se ve claramente, se ha abarcado gran parte del cordón sub urbano que rodea a la Ciudad de La Plata, donde los servicios de agua de red y cloacas son deficientes o no existen y donde se aloja la gran parte de la producción Fruti-hortícola de la zona.



Figura 1 – Puntos de muestreo.

En cada punto de muestreo se identificó el grifo o canilla que se encuentre en el ramal principal proveniente de la perforación subterránea, no debiendo estar conectado en el trayecto con otras cañerías, filtros ablandadores u otros artefactos que alteren el ramal principal. Para su esterilización se calentó bien el grifo o canilla durante 1 (uno) o 2 (dos) minutos o un poco de tiempo más si se considera necesario (dependiendo del lugar y otros factores adversos). Para el calentamiento se utilizó un hisopo con algodón bien embebido en alcohol. Luego de concluido el paso anterior se procedió a abrir el grifo o canilla dejando salir agua durante (1) un minuto de manera tal que el caudal no sea muy grande. Seguidamente se llenó el frasco estéril dejando un espacio de aire y se tapó inmediatamente, asegurando el cierre perfecto. En el llenado es conveniente mantener el frasco en posición de cuarenta y cinco grados (45°) para evitar la introducción de partículas externas, más aún cuando se trabaja en el exterior. Se tomaron un total de 377 muestras de agua, de las cuales 262 pertenecen a pozos subterráneos domiciliarios y 115 pertenecen a conexiones clandestinas a la red de agua potable.

Análisis Fisicoquímico

Para todos los análisis se siguió el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th edition, 1998 [10]. Entre paréntesis se coloca el número de método correspondiente a la técnica mencionada en dicho manual.

Se determinaron el pH, la conductividad y los sólidos disueltos totales utilizando diferentes sondas de un medidor multiparamétrico marca SPER SCIENTIFIC LTD.

El contenido de nitratos se investigó a través del método espectrométrico ultravioleta selectivo usando celdas de cuarzo (4500-NO₃-B) y se utilizó la determinación colorimétrica con sulfanilamida para determinar los nitritos (4500-NO₂--B).

La Dureza, Alcalinidad y Cloruros se determinaron a través de métodos de titulación: la primera a partir de la formación de quelatos con EDTA (2340-C), la alcalinidad con ácido clorhídrico usando indicador Verde de Bromo fenol como punto final (2320-B) y los cloruros a través de la determinación volumétrica por precipitación con Nitrato de Plata (4500-Cl- B).

Análisis Microbiológico

Para las determinaciones microbiológicas se utilizó la técnica de Fermentación en Tubos (Número Más Probable) que figura en el Standard Methods [10] con leves modificaciones. Para el recuento de bacterias heterótrofas totales se utilizó un agar PCA. Se sembró la muestra en profundidad, se cultivó a 35-37°C por 48 hs, se seleccionaron las placas que presentaron entre 30 y 300 colonias, se realizó el recuento y se expresaron los resultados en UFC/ml. El medio empleado para detectar Coliformes Totales (CT) fue el caldo laurel sulfato (LST). Se tomaron 10 tubos con 10ml cada uno de medio y campanas de Durham y se le agregaron 10 ml de muestra a cada uno. Se incuban a 37 °C durante 48 hs.

Aquellos tubos en los que se observó producción de gas y crecimiento al cabo de 48 hs se consideraron una reacción positiva presuntiva del ensayo. La ausencia de producción de gas se consideró una reacción negativa. A partir del número de tubos positivos y utilizando una tabla, se obtuvo el NMP de bacterias coliformes totales en 100 ml de muestra. Para la determinación de presencia o ausencia de bacterias coliformes fecales se utilizaron tubos con Caldo Verde Brillante Lactosa Bilis (BRILA) y campana de Durham. Se sembró por duplicado una ansada de los tubos positivos del ensayo presuntivo en LST y se incubaron a 44° C y 37° C (control) por 48 hs. Se considera positivo el tubo que se observe con crecimiento y producción de gas.

La identificación de *Escherichia coli* consiste en hacer aislamientos en Agar EMB a partir

de uno de los tubos positivos incubados a 44 °C, se incubó en la placa a una temperatura de 37°C por 24 hs. y se observaron las características de las colonias presentes.

Para la Determinación de *Pseudomonas aeruginosa* se sembraron 100 ml de la muestra original en frasco con 10 ml de caldo nutritivo (10X), se incubaron a 37°C por 24 hs. y se realizaron las lecturas de la siembra en caldo, siendo positiva aquella que presente turbidez. Posteriormente se aislaron en agar cetrímide, se incubaron a 37°C por 48 hs. y se realizaron las lecturas de siembra en agar, siendo positiva la aparición de un pigmento verde azulado y fluorescente al UV, que forman las colonias de *Pseudomonas aeruginosa*.

RESULTADOS

Durante el período 2014-2016, realizamos un total de 61 muestreos en la zona del cinturón hortícola platense, incluyendo las localidades de Florencio Varela, Lisandro Olmos, Esteban Echeverría, Los Hornos, Abasto, Poblet, Arana, El Peligro y Etcheverry. Del total de muestras analizadas, 53 superaron los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino en referencia al agua apta para la alimentación y uso doméstico [11], lo que significa que sólo el 13% de los pozos resultaron ser potables, al integrar los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos (Figura 2).

Determinación de potabilidad resultado global

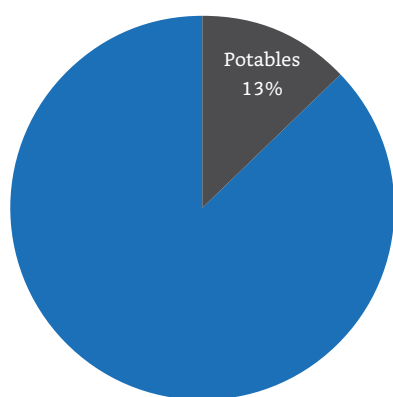


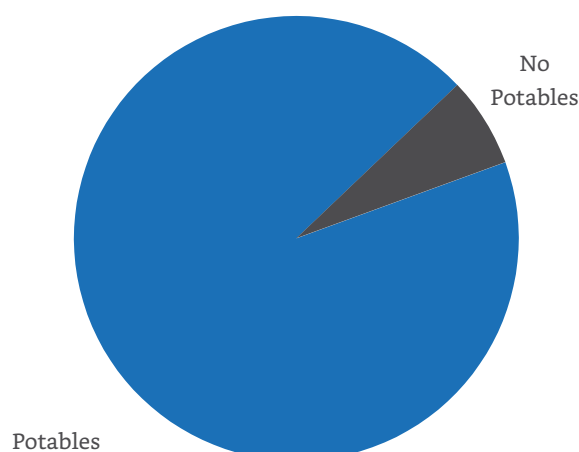
Figura 2 - Determinación de la potabilidad del total de las muestras.

En la Figura 3 puede apreciarse la contaminación del agua disgregada según su origen, microbiológico o fisicoquímico. De las 61 muestras analizadas, 53 resultaron no potables microbiológicamente y solo 4 presentaron contaminación fisicoquímica. Cabe aclarar que estas 4 muestras tampoco superaron los estándares microbiológicos para agua potable. Como puede verse, la contaminación microbiológica es la principal causa de la falta de potabilidad de aguas en la región de estudio, lo cual está en acuerdo con estudios previos realizados en la misma región [12].

Si analizamos las causas de la contaminación fisicoquímica, encontramos que las 4 muestras no potables desde un punto de vista fisicoquímico se deben exclusivamente a la presencia de nitratos por encima del límite permitido según el código Alimentario Argentino (45 ppm). Además, 27 muestras (44,3%) mostraron valores de Nitratos con una concentración muy cercana al límite mencionado (Figura 4). El barrio de Varela tuvo el promedio más alto de concentración de nitratos con un valor de 46,91 ppm, seguida por Lisandro Olmos con 30,23 ppm.

La presencia de nitratos elevados en las zonas de producción fruti-hortícola está relacionado con el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos [13]. En nuestro país la masiva adopción de la siembra directa y la expansión de la agricultura ha dado lugar a un uso creciente de este tipo de productos [14] lo cual agrava aún más la situación.

Análisis fisicoquímico



Análisis microbiológico

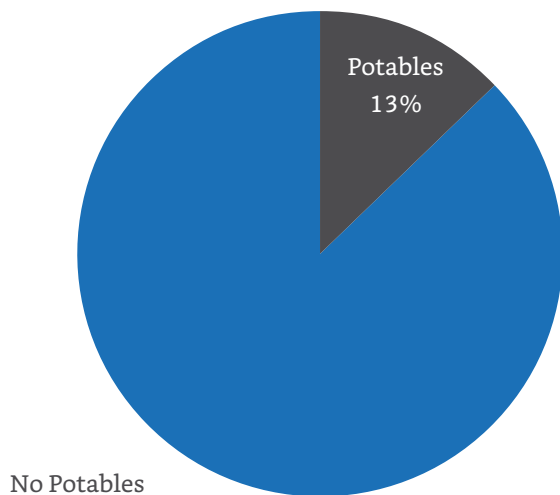


Figura 3 - Determinación de la potabilidad del total de las muestras, según parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

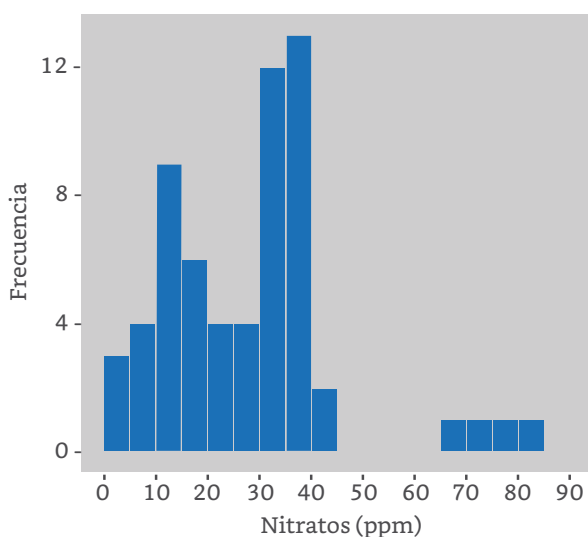


Figura 4 - Distribución de las concentraciones de nitratos medidas.

En la figura 5 se muestran las frecuencias con las que aparecen las diferentes causas de la contaminación microbiológica. Claramente puede verse que la más importante fue el exceso de coliformes totales (mayor a 3 NMP/100 ml), seguida por la presencia de *Ps. aeruginosa*. Los Hornos fue el barrio con la más baja calidad microbiológica, siendo el barrio que mayor cantidad de parámetros microbiológicos presenta fuera de los límites establecidos para agua potable.

La presencia de bacterias en el agua subterránea puede estar asociada a filtraciones de materia fecal proveniente de pozos ciegos adyacentes, al escaso mantenimiento del pozo de extracción de agua y a las inadecuadas condiciones sanitarias de la zona [15]. Este tipo de condiciones es frecuente en la zona de nuestro estudio y por eso el elevado porcentaje de muestras que presentan contaminación microbiológica.

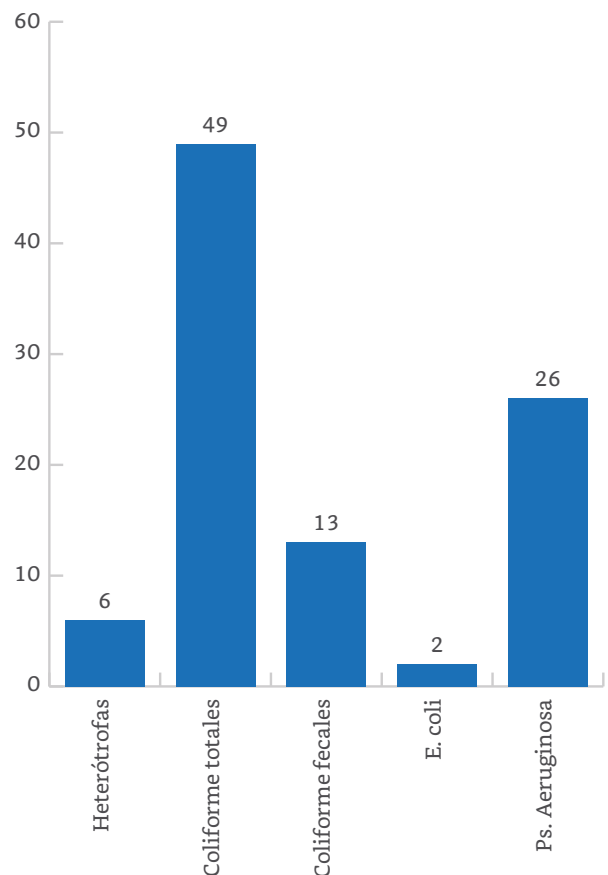


Figura 5 - Causas de la contaminación microbiológica.

A partir de los resultados obtenidos se elaboraron informes los cuales fueron sociabilizados en numerosos encuentros con los productores. Además, se discutieron diferentes técnicas de potabilización que podrían ser aplicadas en estos casos, tratando de rescatar los conocimientos de los productores. Una de las técnicas más ampliamente utilizada para la potabilización de aguas con elevado contenido de microorganismos es la cloración. En este sentido, desde nuestro proyecto hemos diseñado sistema filtrante de fácil armado y bajo costo, del cual se puede ver un esquema en la Figura 6. Este sistema utiliza una etapa

de cloración de la muestra de agua, para luego pasar por una serie de filtros que retiran el material particulado de la muestra y finalmente se utiliza un carbón activado comercial para remover el cloro libre residual. Recientemente, se instalaron 10 de estos filtros durante una jornada-taller con productores, para facilitar la apropiación de la tecnología y su posterior mantenimiento.

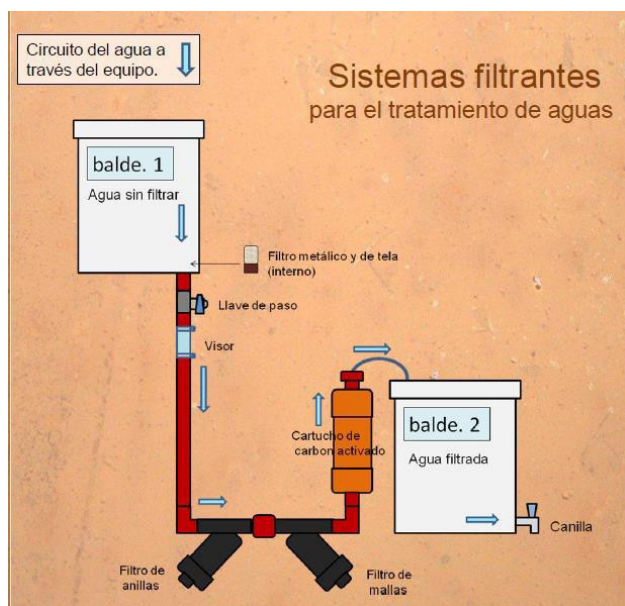


Figura 6 – Sistema filtrante instalado.

CONCLUSIONES

El cordón fruti-hortícola Platense y alrededores concentran gran parte de la producción de frutas, verduras y hortalizas de la región metropolitana sur de la Provincia de Buenos Aires. Por esta razón, la calidad del agua utilizada en las quintas de producción tanto para riego como para consumo de los productores se torna muy importante. A través de este trabajo se realizó un relevamiento de la calidad del agua subterránea y de las condiciones sanitarias de la zona. A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que la calidad del agua de consumo en la región no es potable en un gran porcentaje, principalmente debido a la presencia de bacterias patógenas y elevado contenido de nitratos en menor medida. Esto puede relacionarse con enfermedades que se relevaron en la población de estudio, comúnmente asociadas al agua como diarrea infantil, dermatitis y parasitosis. Las causas de contaminación del agua en la región son múltiples y giran en torno a las características de las perforaciones y el uso de la tierra: pozos de agua antiguos de poca profundidad, sin mantenimiento ni encamisado, ubicados a poca distancia de letrinas de uso familiar, sumado a la aplicación intensiva de agroquímicos y fertilizantes en los cultivos. A partir de los análisis realizados, los talleres con los productores y la instalación de los filtros de potabilización esperamos una mejora en la calidad del agua consumida en la región.

BIBLIOGRAFÍA

1. L. Gelsi, Trabajo Final de Master en Gestión y Auditorías Ambientales, Universidad de Leon, España, 1, (2011).
2. WHO (World Health Organization), “Water, Sanitation and Health”, Emerging Issues in Water and Infectious Disease, (2003).
3. WHO (World Health Organization), “Guidelines for drinking-water quality”, Geneva. 1 (7), 105-126, (2008).
4. M. Auge, M. Hirata, y F. Lopez Vera, “Vulnerabilidad a la Contaminación por Nitratos del acuífero Puelches en La Plata – Argentina”. Informe Científico. Centro de Estudios de América Latina. 187 (2004).
5. R.F. Spalding, M.E. Exner, “Occurrence of nitrate in groundwater-a review”, J. Environ. Qual., 22, 392-402 (1993).
6. A.J. DeRoos, M.H. Ward, C.F. Lynch, K.P. Cantor, “Nitrate in public water systems and the risk of colon and rectum cancers”, Epidemiology, 14, 640-636 (2003).
7. M.H. Ward, T. deKok, P. Levallois, J. Brender, G. Gulis, B.T. Nolan, J. VanDerslice, “Drinking water nitrate and health – recent findings and research needs”, Environ. Health Perspect., 115, 1607-1614 (2005).
8. J.A. Basualdo, M.A. Cordoba, M.M. De Luca, I.L. Rocia, B.C. Pezzani, C. Vay, E. Ageron, P. Grimont, “Aislamiento y caracterización de coliformes injuriados en la red de distribución de agua de bebida de la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina”, Rev. Argent. Microbiol. 33, 9-14, (2001).
9. M.A. Córdoba, V.F. Del Coco, M.C. Minvielle, “Influencing factors in the occurrence of injured coliforms in the drinking water distribution system in the city of La Plata, Argentina”, Journal of Water and Health 8 (2), 205-211 (2010).
10. AWWA (American Water Works Association), APHA (American Public Health Association) & WEF (Water Environment Federation), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. Diaz de Santos, 20th Edition, (1998).

- 11.** Reglamentación del Agua potable Artículo N° 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007) del Código Alimentario Argentino (2007).
- 12.** Cano, L.A.; De Urraza, P.; Gianuzzi, L.; Fernandez, M.; Di Claudio, F.; Delgado, G., Rivero Berti, J.I., Lopez Fino, C., "Intervención sobre la calidad de aguas en el cinturón hortícola Platense". Revista Ext, Universidad Nacional de Cordoba, vol. 2, N° 2 (2012).
- 13.** Srinivasa Rao, N. "Impact of clayey soils on nitrate pollution in the groundwater of the Lower Vamsadhara River basin, India". Hydrol. Sci. J. 43: 701–714 (1998).
- 14.** Gabriel Vazquez-Amabile, Alejandra P. Ricca, Dante Rojas, Diego Cristos, Maria Laura Ortiz de Zarate, Gastón Pelisier, Nicolás Bosch, J. Lascombes, Diego Pons, Maria Victoria Feler, Alfonso Rodriguez-Vagaría, Fernanda J. Gaspari, "Análisis de agroquímicos y nitratos en cursos y aguas subterránea de cuencas rurales del Oeste y Sudeste de Buenos Aires, Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras". Santa Fe 2014.
- 15.** Howard G., Pedley S., Barrett M., Nalubega M., Johal K., "Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda." Water Res.; 37(14):3421-9 (2003).