



**INFORME BREVE**

## Utilidad de los registros sanitarios locales para vincular la tasa de incidencia de diarreas con la calidad del agua de consumo



**María S. Rodriguez-Alvarez<sup>a,b,\*</sup>, Liliana B. Moraña<sup>a</sup>, María M. Salusso<sup>a</sup>, José Gil<sup>b</sup> y Lucas Seghezzo<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Laboratorio de Calidad de Agua, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina  
<sup>b</sup> INENCO-CONICET, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina

Recibido el 8 de abril de 2017; aceptado el 30 de septiembre de 2017  
Disponible en Internet el 21 de marzo de 2018

**PALABRAS CLAVE**

Argentina;  
Calidad del agua;  
Diarreas;  
Odds ratio;  
Registros sanitarios;  
Salta

**Resumen** En este trabajo se realizó un relevamiento de los informes del centro de salud ubicado en Vaqueros (Salta, Argentina) durante un período de 8 meses. Al mismo tiempo se determinó la concentración de *Escherichia coli* y de quistes de *Giardia* spp. en muestras procedentes de cuatro fuentes de agua diferentes. No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la calidad del agua y los casos de diarrea. Sin embargo, mediante un cálculo de *odds ratios*, se pudo determinar que uno de los sistemas de potabilización estudiados actúa como factor de protección contra diarreas. El presente trabajo brinda información útil para la planificación de medidas preventivas por parte del sistema de salud local.

© 2018 Asociación Argentina de Microbiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**KEYWORDS**

Argentina;  
Water quality;  
Diarrheas;  
Odds ratio;  
Health reports;  
Salta

**Usefulness of local health reports to link the incidence rate of diarrhea with the quality of drinking water**

**Abstract** In this study, we analyzed the reports of the health care center located in Vaqueros (Salta, Argentina) over an 8-month period. Moreover, we determined the concentration of *Escherichia coli* and *Giardia* spp. cysts in samples from four different drinking water sources. A statistical relationship between water quality and cases of diarrhea could not be found. However, using an odds ratio calculation, it was possible to determine that one of the studied drinking water systems acts as a protection factor in cases of diarrhea. The present work provides useful information for planning preventive measures by the local health system.

© 2018 Asociación Argentina de Microbiología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [solerod22@gmail.com](mailto:solerod22@gmail.com) (M.S. Rodriguez-Alvarez).

La diarrea es un síntoma de la infección causada por una serie de microorganismos transmitidos a través del agua o de los alimentos contaminados con heces humanas o animales, así como también por la inadecuada higiene personal. El 88% de los casos de diarrea en todo el mundo están vinculados con la insalubridad del agua, el saneamiento inadecuado o la higiene insuficiente, y da lugar a 1,5 millones de muertes cada año, principalmente en niños pequeños<sup>8</sup>.

Entre los microorganismos causantes de diarrea que pueden transmitirse por el agua se encuentran diferentes protozoos, como *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Balantidium coli*, *Cryptosporidium parvum* o *Cyclospora cayetanensis*; bacterias como *Escherichia coli* 0157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Yersina enterocolitica* o *Salmonella*; y también diferentes virus: echovirus, rotavirus, adenovirus entéricos; entre otros<sup>4</sup>.

En Argentina, la diarrea es una de las enfermedades de información semanal obligatoria. El Ministerio de Salud de la Nación revela los datos aportados por cada centro de salud del país a partir de los registros de todas las atenciones clínicas efectuadas, volcados en planillas estandarizadas conocidas como C2, y de los datos de laboratorio (SIVILA). Semanalmente se publica el Boletín Integrado de Vigilancia (<http://www.msal.gob.ar/index.php/home/boletin-integrado-de-vigilancia>), que integra la información proveniente de los módulos de vigilancia clínica y laboratorial del Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud.

Los datos de 2016 indican que durante ese año se reportaron en todo el país 1.043.235 casos de diarrea, y que la región del noroeste argentino (NOA), que incluye Salta y Jujuy, presenta la tasa de diarrea más elevada del país<sup>7</sup>.

El estudio de la etiología de las diarreas no se realiza de manera sistemática y no está disponible en todos los boletines. Depende, además, de la complejidad de los laboratorios que aportan los datos. Por ejemplo, en el año 2013, el estudio se realizó solo sobre el 4% del total de los casos nacionales, y se encontraron como predominantes *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *E. coli*, *Campylobacter* spp., rotavirus y adenovirus, con predominio de diarreas bacterianas en verano y virales en invierno<sup>6</sup>. Sin embargo, esto no significa que no existan agentes etiológicos parasitarios, considerando que un 96% de los casos no fue analizado en el laboratorio.

El objetivo de este estudio fue determinar la utilidad de los registros sanitarios actuales para poder vincular los casos de diarrea con la calidad del agua de consumo y, de esa manera, contribuir al desarrollo de medidas de prevención, tanto por parte del sistema de salud como de los encargados del suministro de agua. A tal fin se analizaron los reportes de un centro de salud ubicado en la localidad de Vaqueros, Salta. Dicha localidad se encuentra a 24°41'17" LS y 65°24'40" LW, a 1.318 metros sobre el nivel del mar<sup>5</sup>, posee 4.575 habitantes y es de características periurbanas. Se analizó la calidad del agua bajo diferentes sistemas de abastecimiento que coexisten en la citada localidad y luego se evaluó la relación entre dicha variable y la incidencia de diarreas en esta localidad del noroeste de Argentina.

En Vaqueros existen cuatro diferentes sistemas de abastecimiento que permiten el acceso al agua de diferentes

sectores poblacionales de la localidad. Por un lado, existen dos plantas potabilizadoras —a las que denominamos Planta nueva (PN) y Planta vieja (PV)—, en las que el agua pasa por tratamientos de floculación, sedimentación, filtración rápida con arena y cloración. Además, hay un pozo profundo (100 m) —denominamos a este Pozo barrio (PB)— con un sistema de cloración a su salida, y también existen acequias o pozos particulares poco profundos (menos de 20 m) no sujetos a proceso alguno, es decir, sin tratamiento de potabilización (ST). La figura 1 muestra la localidad de Vaqueros con la zona de abastecimiento correspondiente a cada sistema.

Se seleccionaron tres sitios de cada sistema y se extrajeron muestras de agua durante 4 meses correspondientes a la época de estiaje (agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2010) y durante otros 4 meses de la época de lluvia (enero, febrero, marzo y abril de 2011), que se utilizaron para el análisis de *E. coli* y de *Giardia* spp. En el caso de *E. coli*, se utilizó la técnica de fermentación en tubos múltiples con caldo de lauril triptosa con MUG (Fluorocult®, de Merck), según el método estándar 9221 F<sup>1</sup>. Para el caso de muestras con proceso de potabilización previo, se utilizó una serie de 5 tubos con 10 ml de medio de cultivo de doble concentración, los cuales fueron sembrados con 10 ml de muestra cada uno. Para las muestras de pozos particulares y de acequia, se prepararon 3 series de 5 tubos con 10 ml de medio de cultivo de concentración simple, en los cuales se sembraron 10 ml, 1 ml y 0,1 ml de muestra por serie. Los resultados se expresaron como número más probable (NMP/100 ml). El muestreo y posterior análisis de *Giardia* spp. se realizó siguiendo diferentes técnicas recomendadas<sup>1,2,9</sup>, incluyendo un filtrado *in situ* con un cartucho de hilo de polipropileno de 1 µm de porosidad; se filtraron 1.000 l y 100 l de agua tratada y sin tratar, respectivamente. Una vez en el laboratorio, las fibras del filtro fueron cortadas con un bisturí esterilizado y lavadas a mano con 3 o más porciones (1 l) de una solución de Tween 80 al 0,2%. Mediante centrifugación a 2.500 rpm × 10 min, se concentró el eluido y se resuspendió el sedimento en un volumen igual de solución de formalina al 10%. Debido a la cantidad de residuos presentes en las muestras, la cuantificación se realizó mediante el método del NMP aplicado a microscopía, preparando de 3 a 5 réplicas de las diluciones de los sedimentos diluidos. Por este motivo se seleccionó al menos un sitio de cada grupo para la cuantificación. Los resultados se expresaron en NMP/ml y se calcularon mediante el software MPN Calculator versión VB6 (<http://www.i2workout.com/mcuriale/mpn/>).

Por otro lado, se recolectaron los datos de diarreas registrados en las planillas C2 del centro de salud N.º 22 en el mismo período que el del muestreo del agua. Los datos extraídos fueron los siguientes: fecha de atención, edad y domicilio. Los casos de diarreas se organizaron de acuerdo con la fuente de agua de consumo a la cual pertenecía el domicilio del paciente (PN, PV, PB, ST) y con el mes en el que se hizo el diagnóstico. Se extrajeron de los registros un total de 544 casos de diarrea en el período estudiado; 69 de ellos se excluyeron del análisis, ya que no se especificaba el domicilio del paciente.

Para poder comparar los casos registrados en cada zona de influencia se utilizó como medida epidemiológica la tasa

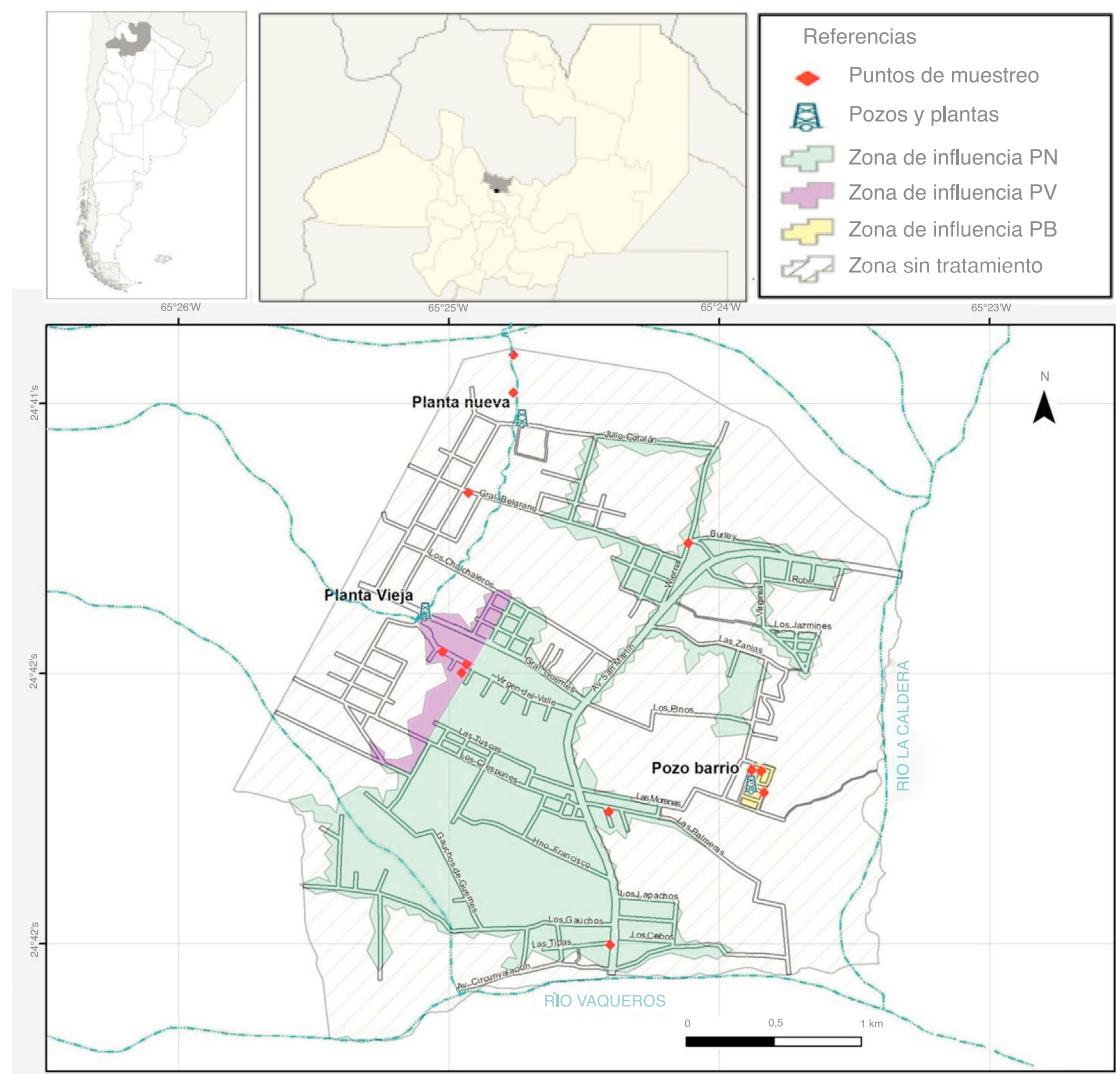


Figura 1 Mapa de ubicación de la localidad de Vaqueros. En las referencias se indica la zona de influencia de cada sistema de abastecimiento de agua.

mensual de incidencia de diarrea  $T_{im}$ , la cual se calculó para cada sistema como:

$$T_{im} = \frac{n.º \text{ de casos de diarrea reportados en cada mes}}{\text{población expuesta}} \times 100$$

Se consideró población expuesta al número de habitantes de cada zona (PN: 3.596; PV: 831; PB: 476; ST: 468), obtenido a partir del censo 2010<sup>5</sup>.

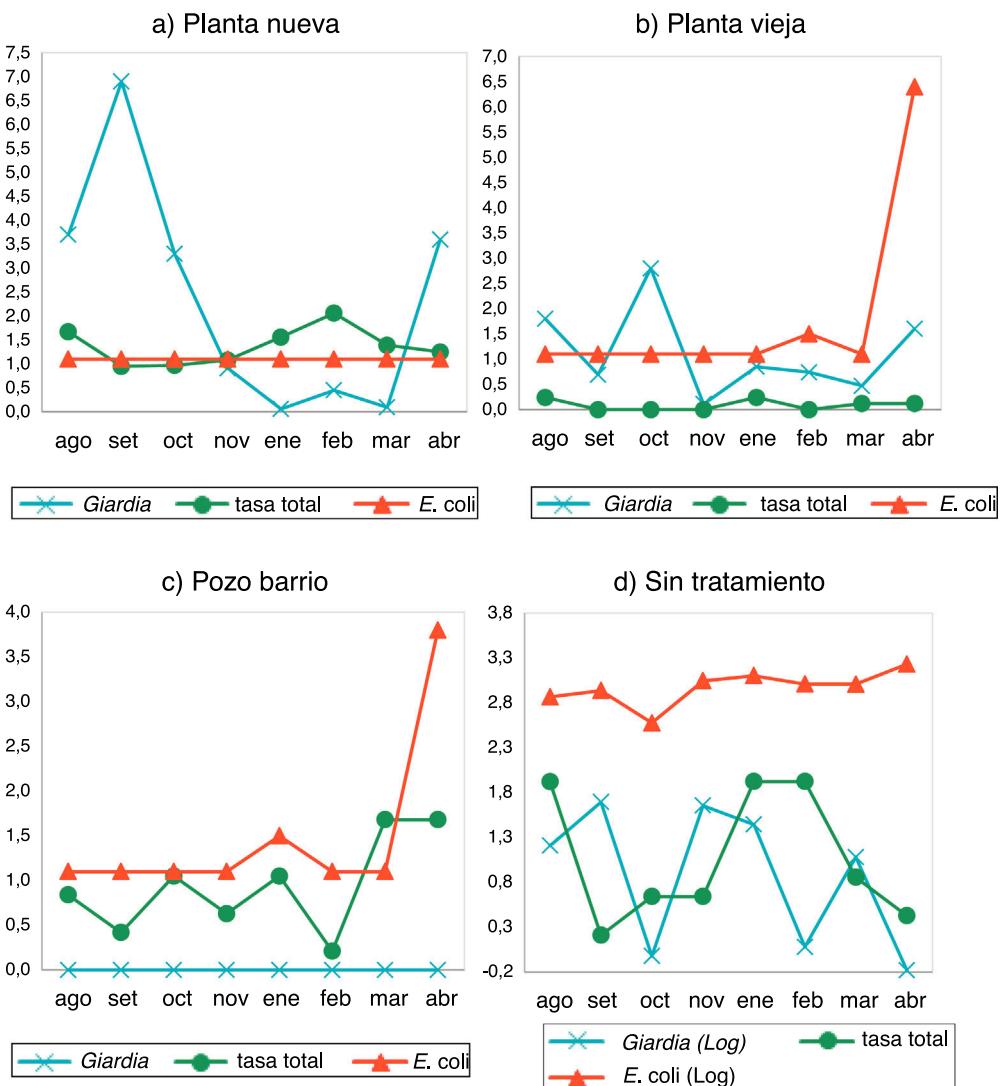
Las tasas mensuales de incidencia de diarrea asociada a cada fuente de provisión de agua a lo largo de todo el estudio, junto con los resultados de los recuentos de *E. coli* y de quistes de *Giardia* spp., se presentan en la figura 2. Para una mejor visualización de los datos, a los resultados de NMP menores que el límite de detección del método (*LD*) se les asignó el valor de  $0,5 \times LD$  y, en el caso de las muestras ST, se utilizó el logaritmo de las concentraciones de *E. coli* y de *Giardia* spp. para la elaboración de los gráficos.

La tasa mensual de diarrea más elevada se observó entre los habitantes abastecidos por la PN en el mes de febrero ( $T_{im} = 2,06$ ), y las tasas más bajas se detectaron

entre los abastecidos por la PV en todos los meses de estudio ( $T_{im}$  mínima = 0;  $T_{im}$  máxima = 0,24). Entre los pobladores que utilizan agua sin tratamiento, la tasa mensual de diarrea más alta se registró en agosto, enero y febrero ( $T_{im} = 1,92$  en los tres meses), y entre los que residen en la zona correspondiente al suministro por pozo de barrio, los picos tuvieron lugar en marzo y en abril ( $T_{im} = 1,68$  en ambos casos).

Los resultados del análisis de los recuentos de *E. coli* demuestran que tanto la PV como los PB y los ST presentaron desviaciones respecto de la legislación<sup>3</sup> en algún momento del tiempo que abarcó el estudio. Asimismo, a excepción del PB, se observó presencia de quistes de *Giardia* spp. en todas las fuentes de agua. Esto demuestra que la población se encuentra expuesta a patógenos que ponen en riesgo su salud, sobre todo la población que consume agua sin tratamiento, dado que dichas muestras presentaron *E. coli* y quistes de *Giardia* spp. en todas las fechas evaluadas.

El análisis mediante los coeficientes de Spearman mostró que no existe una correlación estadísticamente significativa



**Figura 2** Tasas mensuales de incidencia de diarrea (cada 100 habitantes) y recuentos de *E. coli* y *Giardia* spp. como NMP/100 ml y NMP/l, respectivamente.

entre las tasas de incidencia de diarrea y los valores de NMP de *E. coli* y *Giardia* spp. en cada mes de muestreo. De todas maneras, en la figura 2 se advierten algunas coincidencias temporales entre incrementos o descensos de los patógenos analizados y tasas de incidencia de diarreas. Como puede observarse en la figura 2a, en la PN, el NMP de *E. coli* (por 100 ml) estuvo por debajo de 2,2 en todos los meses de muestreo y no se correspondió con las variaciones en las tasas mensuales de incidencia de diarreas registradas en ese período entre quienes emplean dicha agua. De igual manera, no es posible asociar la concentración de quistes de *Giardia* spp. con las tasas de incidencia de diarreas registradas entre quienes consumen agua de PB (figura 2c), ya que no se halló a este protozoo en las muestras de este sistema.

Solo en algunos casos se advierte correlación entre las tasas de diarrea y las concentraciones de *Giardia* spp. o de *E. coli* (o de ambas). Por ejemplo, el NMP de *Giardia* spp. en las muestras de agua de la PN y la tasa mensual de incidencia de diarreas en la población que utiliza esa agua aumentaron

en febrero y luego bajaron hacia marzo (figura 2a); también en la PV hubo un aumento y un posterior descenso simultáneo de ambas variables al considerar enero y febrero (figura 2b). Sin embargo, los picos de *Giardia* spp. registrados en septiembre y abril en el agua de la PN y en octubre, febrero y abril en las muestras de agua de la PV no coinciden con aumentos en las tasas de incidencia de diarrea. No se observan posibles asociaciones con la dinámica del NMP de *E. coli* en las muestras de la PV y la tasa mensual de incidencia de diarreas registradas en esa misma zona, e incluso el pico en el NMP registrado en abril no se corresponde con la tasa de incidencia de diarreas en ese momento del año.

En los sistemas sin tratamiento (figura 2d), las concentraciones de los patógenos evaluados fueron significativamente más elevadas que bajo los otros sistemas que incluyen algún tratamiento (*E. coli*  $p < 0,001$ ; *Giardia* spp.:  $p < 0,008$ ). Sin embargo y a excepción del descenso simultáneo de la tasa de incidencia de diarrea y el valor de *Giardia* spp. desde

marzo hacia abril, no se observó un comportamiento análogo de las variables en otros meses.

Esta falta de asociación puede deberse a diferentes motivos. No siempre la causa de la diarrea es el consumo de agua de mala calidad; también puede vincularse con la contaminación de alimentos y las malas prácticas de higiene. Asimismo, microorganismos diferentes de los aquí estudiados pueden originar cuadros de diarrea. Esta variedad de posibles fuentes de contaminación, sumada a la falta de especificaciones en los registros o incluso a las subestimaciones de aquellos (por las personas que no buscaron atención médica o que fueron atendidas en otros centros sanitarios, o bien que no fueron registradas por diversas causas), dificulta el acceso a datos representativos, que permitan correlacionar la calidad del agua con los casos de diarrea.

Para complementar el análisis se realizó un estudio de tipo transversal considerando el sistema de potabilización como variable de exposición. La población que utiliza agua ST se consideró como no expuesta a un sistema de potabilización, mientras que la que reside en áreas de influencia de la PN, la PV o PB se consideró expuesta a un sistema de potabilización. Cada uno de esos tres sistemas fue contrastado por separado frente al sistema ST mediante tablas de contingencia de  $2 \times 2$ , y se determinó la *odds ratio* (OR) y el intervalo de confianza (IC) al 95% con una  $p < 0,05$  contabilizando los casos de diarrea en cada grupo durante las épocas de estiaje y de lluvia. Después de este análisis, un sistema de tratamiento fue clasificado como «factor de riesgo» cuando la OR obtenida fue mayor que 1 y el límite inferior del IC fue mayor que 1, en tanto que fue clasificado como «factor protector» cuando la OR fue menor que 1 y el límite superior del IC fue menor que 1. Se utilizó el software EPIDAT 3.1 (programa para análisis epidemiológico de datos tabulados).

Los valores de OR obtenidos evidenciaron ausencia de asociación estadísticamente significativa entre los casos de diarrea y la presencia de sistemas de potabilización en las poblaciones que utilizan agua de la PNo de PB. Sin embargo, entre quienes recurren al agua provista por la PV, la potabilización estaría actuando, posiblemente, como un factor protector frente a la infección, tanto en época de estiaje ( $OR = 0,068$ ;  $IC: 0,016-0,298$ ;  $p < 0,0001$ ) como en época de lluvia ( $OR = 0,089$ ;  $IC: 0,031-0,260$ ;  $p < 0,0001$ ).

Dado que la incidencia de diarreas fue menor solo en el sector correspondiente al sistema de la PV, que presentó *E. coli* solo en febrero y abril (época de lluvia) y *Giardia* spp. en todos los meses evaluados, podemos considerar que esta planta está siendo más eficiente en la eliminación de *E. coli*, o bien que existe un factor que no hemos considerado en este estudio; por ejemplo, que las personas que residen en este sector de Vaqueros tal vez no consume agua de red, o lo hace después de hervirla.

La modalidad actual de toma de datos, si bien es útil para llevar un control semanal del número de casos a nivel local, provincial y nacional, no tiene la funcionalidad necesaria para detectar la fuente de exposición. La utilidad de los registros podría mejorar sustancialmente si se tomaran ciertos recaudos, como especificar con certeza el domicilio y la fuente de acceso al agua (red o pozo particular), para posibilitar un diseño de estudio epidemiológico más exhaustivo. También sería importante indagar en el mismo momento de la atención médica acerca del consumo de agua, para

conocer con algún grado de detalle la asociación del cuadro sintomático con el consumo de agua y determinar el agente etiológico. Esto permitiría educar a los pacientes en cuanto al consumo de agua segura —sobre todo a aquellos que no tienen acceso a agua potabilizada—, como así también serviría para prestar colaboración con la empresa proveedora de agua en el control del servicio, a fin de evitar posibles brotes asociados a fallas en los sistemas de potabilización.

El presente trabajo brinda información que puede ser usada para desarrollar medidas de prevención, que van desde la mejora de los sistemas de tratamiento hasta el diseño de campañas de educación para la salud en la provincia de Salta.

## Financiación

Los autores desean agradecer a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y el Consejo de Investigación de la UNSa (CIUNSa) el apoyo financiero a través de una beca doctoral PRH y el Proyecto N.º 1854, respectivamente.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimiento

A la Dra. Berchán, que permitió la recopilación de número de casos de diarreas en el Centro de Salud N.º 22, Vaqueros, Salta, y a su personal a cargo por la excelente predisposición para colaborar con la tarea.

## Bibliografía

- American Public Health Association (APHA). Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE (eds.) Standard methods for the examination of water and wastewater (21th ed.), Washington, DC; 2005.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales. Lima, Perú; 1993. [consultado 15 Mar 2017]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/029706.pdf>
- Código Alimentario Argentino. Ley 18284. Capítulo XII, Bebidas hídricas, agua y agua gasificada; 2012. [consultado 15 Mar 2017]. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp)
- Haas CN, Rose JB, Gerba CP. Quantitative microbial risk assessment. 2.nd. Edition New York, NY: John Wiley and Sons; 2014.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Base de Datos REDATAM; 2010. [consultado 1 Sep 2014]. Disponible en: <http://200.51.91.245/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl>
- Ministerio de Salud. Boletín integrado de vigilancia. Secretaría de Promoción y programas sanitarios. N(203-SE 3-Febrero de 2014. Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación; 2014. [consultado 3 Abr 2017]. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/boletines/Boletin%20Integrado%20De%20Vigilancia%20N203-SE3.pdf>
- Ministerio de Salud. Boletín integrado de vigilancia. Secretaría de Promoción y programas sanitarios. N(346-SE

- 5-Febrero de 2017. Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación; 2017. [consultado 3 Abr 2017]. Disponible en: [http://www.msal.gob.ar/images/stories/boletines/boletin\\_integrado\\_vigilancia\\_N346-SE5.pdf](http://www.msal.gob.ar/images/stories/boletines/boletin_integrado_vigilancia_N346-SE5.pdf)
8. Prüss-Üstün A, Bos R, Gore F, Bartram J. Safer water, better health: costs benefits and sustainability of interventions to protect and promote health. Geneva: World Health Organization; 2008.
9. United States Environmental Protection Agency (USEPA). ICR Protozoan method for detecting *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in water by a fluorescent antibody Procedure. EPA/814-B-95-003. USEPA Office of Ground Water and Drinking Water, Washington, D.C; 1995.