

IDENTIFICACIÓN DE PARASITOS Y BACTERIAS ASOCIADOS A FUENTES DE AGUA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CIRCASIA, QUINDÍO

IDENTIFICATION OF PARASITES AND BACTERIA ASSOCIATED TO SOURCES OF WATER IN THE RURAL AREA OF THE MUNICIPALITY OF CIRCASIA, QUINDÍO

Fabiana María Lora-Suarez¹ *; Laura Sierra-Rengifo¹; Nelsy Loango-Chamorro¹ 

1. Programa de Biología, Universidad del Quindío, Colombia. flora@uniquindio.edu.co

* Autor de correspondencia: Fabiana María Lora-Suarez, e-mail: flora@uniquindio.edu.co

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Naturales y Exactas

RESUMEN

Uno de los recursos indispensables del ser humano es el agua, pero son muy pocas las poblaciones que disponen de este elemento en la manera más adecuada. Para el Quindío se han realizado estudios sobre la calidad del agua potable de la zona urbana, pero no existen estudios realizados en la zona rural, por esta razón evaluamos las condiciones del agua consumida por los individuos de la población rural para ello se realizaron pruebas BD BBL Crystal para la identificación de bacterias y técnica de Ritchie e IFI para parásitos, Se encontraron en total 9 especies de bacterias, donde las más frecuentes fueron *Enterobacter cloacae* y *Klebsiella oxytoca*, 11 géneros de parásitos pertenecientes a helmintos y protozoos los más frecuentes fueron *Opisthorchis sp.*, *Strongyloides sp.* y *Giardia sp.* y 7 géneros de algas. A pesar de que los valores de los parámetros fisicoquímicos estuvieron dentro de los límites establecidos por la normatividad, estas condiciones están permitiendo el crecimiento de microorganismos en el agua, la mayoría son causantes de diversas enfermedades gastrointestinales en humanos, la presencia de estos organismos nos indica que el agua consumida por los habitantes del sector rural del municipio de Circasia no es apta para consumo humano ya que cuenta con la presencia de bacterias, helmintos y protozoos, y no cumple con las condiciones de calidad de agua potable y al no tener un tratamiento permanente debe ser obligatoriamente hervida antes de consumirse.

Palabras clave: Sector Rural; agua potable; Parásitos en agua; bacterias en agua.

Revista de Investigaciones Universidad del Quindío,
34(S4), 48-61; 2022.

ISSN: 1794-631X e-ISSN: 2500-5782

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.



ABSTRACT

One of the indispensable resources of the human being is water, but there are few populations that have this element in the purest way. In the urban area of Quindío have been several studies of the quality on drinking water, but not in the rural area. Therefore, we evaluate the water condition consumed by the rural population; In this case, some BD BBLD Crystal lab tests were performed for the identification of bacteria and IFI technique for parasites where were found 9 species of bacteria in which the most frequent were *Enterobacter cloacae* y *Klebsiella oxytoca*, 11 genre of parasites belonging to helminths and protozoa, *Opisthorchis* sp, *Strongyloides* sp, *Giardia* sp and 7 genre of algae. In spite of the fact that the values of physicochemical parameters were into the established limits according to the normativity, these conditions are allowing the growth of microorganisms in the water; most of them are causing various gastrointestinal diseases in humans, and the presence of these organisms suggest us that the consumed water by the rural population in the municipality of Circasia is not suitable for human consumption since it is evident the presence of bacteria, helminths and protozoa, and it does not comply with the condition of quality on drinking water. Thus, since it does not have a permanent treatment, water must be boiled before it is consumed.

Keywords: Rural sector; drinking water; parasites in water; bacteria in water.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más urgente del ser humano es el agua, pero son muy pocas las poblaciones que disponen de este elemento en la cantidad suficiente o simplemente las que lo poseen no lo obtienen de la manera más pura (Iltis et al., 1987); se conoce que alrededor de 2.000 millones de personas en el mundo sobreviven con escasez del líquido, además, solo el 3 % del volumen total del agua es dulce y la mitad de esta es potable dado que las fuentes hídricas están siendo cada vez más contaminadas por diversas causas, disminuyendo así la calidad del agua para consumo humano (Orellana et al., 2005; Contreras, 2008). La contaminación hídrica en Colombia se da por las tasas de vertimiento domésticos, industriales y agrícolas, lo que se manifiesta en la pérdida de la capacidad del caudal; igualmente, el mal manejo de estos vertimientos deteriora la calidad y disponibilidad.

La calidad hídrica está definida con base a características físicas como turbidez, color, olor, temperatura; características químicas como potencial de hidrógeno, acidez, alcalinidad, dureza; y bacteriológicas como la cantidad de coliformes empleados como patrón para calibrar la aceptabilidad del agua (Iltis et al., 1987; Segura, 2007). Para esto, también es necesario saber qué tipos de microorganismos están presentes, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el control de vertidos, tratamiento y conservación del agua, mitigando la contaminación de las personas y el ambiente (Arcos et al., 2005).

Existe una amplia variedad de microorganismos que se pueden encontrar en el agua, que pueden ser patógenos o no patógenos. Los estudios de evaluación de la calidad del agua demuestran que en su mayoría son los parásitos y las bacterias los que se aíslan (Lora-Suarez et al., 2016) y que en gran medida son los causantes de enfermedades como gastroenteritis en individuos de la población. De acuerdo a la organización mundial de la salud cerca de 4 millones de niños mueren anualmente en el mundo por problemas relacionados con el agua y las enfermedades que se transmiten a través de esta.

Es por esto, que este tipo de microorganismos son estudiados como indicadores sanitarios (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013; Iriarte, 2014).

En el Quindío se han realizado estudios sobre la prevalencia de microorganismos en el agua como lo reportado por Triviño et al en el 2016 sobre la presencia de ADN de *Giardia*, *Toxoplasma* y *Cryptosporidium* en agua cruda y agua potable, por otro lado, hay estudios a nivel nacional como el realizado en la ciudad de Bogotá donde se confirmó la presencia de *Cryptosporidium sp* y *Giardia sp* demostrando la presencia de protozoos en aguas potables y residuales (Alarcón et al., 2005) y a nivel internacional también se ha reportado la presencia de distintas especies de parásitos intestinales, tanto protozoos como helmintos, presentes en muestras de agua provenientes de acequias y pozos (Pérez et al., 2008). También se ha realizado la detección de *Giardia intestinalis* en muestras de agua recolectadas de reservorios de agua naturales y pozos (Karanis et al., 2017)

Este tipo de estudios solo se han realizado en la zona urbana, no hay estudios para la zona rural, teniendo en cuenta que el abastecimiento en esta zona no es igual que en el urbano y que en su mayoría no se realiza un tratamiento adecuado al agua del que hacen uso, en su gran mayoría los abastecimientos se hace por diferentes medios, tales como aljibes, pozos sépticos y unas pocas hacen uso de agua subterránea (CRQ, 2006). Por lo que es importante evaluar las condiciones del agua que están consumiendo los individuos de la población rural, mediante análisis de parásitos y bacterias, con el fin de determinar la calidad de esta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El muestreo se realizó en el municipio de Circasia, Quindío (1772 msnm) únicamente en la zona rural, donde se tomaron exactamente 11 veredas distribuidas en norte, centro y sur, se tomaron exactamente 2 viviendas en cada una de ellas, el acceso a cada una fue con los debidos consentimientos informados y en cada vivienda se realizó una encuesta.

Toma y transporte de la muestra

En cada sitio se tomó una única muestra de agua directamente de la llave de paso previamente desinfectado, para esto primero se limpió la llave con hipoclorito, luego se dejó pasar el primer chorro y posterior a esto se flameo durante 5 segundos, se tomaron 10 litros de agua en un recipiente estéril, se registraron datos físico químicos como el pH, la temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, con el fin de relacionarlos con la presencia de las bacterias y parásitos encontrados. Las muestras fueron transportadas en nevera a 4°C al laboratorio de Biomédicas de la Universidad del Quindío.

Procesamiento e identificación de la muestra

Cada muestra de agua fue sometida a varios ciclos de centrifugación, con el fin de concentrar y obtener un volumen final de la muestra de 1 ml el cual se dividió en 500 µl para el análisis de bacterias y el restante de 500 µl para el análisis de parásitos. Para el análisis de bacterias se realizaron siembras en estría por agotamiento en medios de cultivos Chromagar, incubados a 37°C por 24h.

Las colonias obtenidas en los cultivos mixtos y puros fueron observadas a nivel macroscópico y

microscópico (tinción de Gram) y por último se realizaron pruebas de actividad bioquímica utilizando el estuche BD BBL CRYSTAL para complementarlas se realizaron las pruebas indol y oxidasa.

La identificación de parásitos y algas se realizó mediante la observación de características morfológicas, se utilizó el método de concentración de Ritchie y tinción con lugol al 1% para observación microscópica (40X) (helmintos a 10X), para la identificación de algas se utilizó la base de datos Manaaki Whenua y el atlas de fitoplancton. También se realizó la técnica IFI (Inmunofluorescencia indirecta) por medio del Kit Aqua Glo, para identificación de *Giardia spp* y *Cryptosporidium spp*, la visualización de las muestras fue realizada en el microscopio de inmunofluorescencia EVOS FL-ADVANCE MICROSCOPE GROUP en el objetivo 40X, la identificación de los quistes y oquistes se realizó con los respectivos criterios de identificación (tamaño, color, borde, forma) los resultados fueron corroborados con expertos.

La metodología y los procedimientos realizados en este trabajo de investigación representan un riesgo mínimo, se trabajó bajo la Normatividad PGRASA (Plan de gestión integral para los residuos generados en la atención en salud y otras actividades) y con el Manual de bioseguridad del centro de investigaciones biomédicas.

Análisis estadístico

Se realizó una regresión logística en el paquete Statgraphics para analizar la relación entre la fuente y las variables fisicoquímicas del agua (Temperatura, conductividad, LDO, pH) con la presencia de cada bacteria, parásito y alga, a su vez se halló la frecuencia relativa para cada uno de estos.

RESULTADOS

Se encontraron 9 especies de bacterias, siendo *Enterobacter cloacae* y *Klebsiella oxytoca* las especies más frecuentes con un 21,43%, seguida de *Escherichia coli* con un 14,29% y la menos frecuente fue *Streptococcus uberis* con un 2,3% (Figura 1). En los parásitos se encontraron 4 géneros pertenecientes a helmintos y 7 géneros de protozoos de agua dulce, estos se pudieron clasificar por morfología y micrometría, siendo el género *Opisthorchis sp* (Fig4-D) el más frecuente con un porcentaje del 20%, seguido de *Strongyloides sp* (Fig4-C) y *Giardia sp* con el 15 %, el menos frecuente fue *Enterobius sp* con un 1,6% (Figura 2). Aparte de las bacterias y parásitos encontrados en las muestras, se identificaron 7 géneros de algas y a su vez 2 tipos de diatomeas, las más frecuentes fueron las diatomeas pennadas (Fig. 4-F) con un 47,5 %, seguido del género cf *Melosira* (Fig. 4-E) y cf *Navicula* ambos con el 15% (Figura 3). En la Figura 4 se pueden observar tanto huevos como larvas de los diferentes géneros de parásitos y también algunas de las algas encontradas.

Se encontró que del total de las viviendas muestreadas (22), el 54,55% tenían acueducto del Comité de Cafeteros el cual no tiene ningún tipo de tratamiento, el 27,27% del acueducto Roble Cruces que si es considerada como agua potable y el 18,18% contaban con acueducto propio veredal que no tiene tratamiento especializado y únicamente es tratado por los mismos habitantes y es ocasional. En todas las veredas realizan las mismas actividades de uso del suelo (Ganadería y agricultura).

De todos los organismos encontrados, solo 10 están siendo explicados por alguna variable fisicoquímica o por el tipo de acueducto, es decir solo algunos organismos tuvieron asociaciones significativas, según los análisis estadísticos el R2 está dando el porcentaje que explica la presencia del organismo,

ya sea por la fuente o por los factores fisicoquímicos del agua (Tabla 1). Se pudo evidenciar que el pH es el factor fisicoquímico más relevante para el crecimiento de organismos.

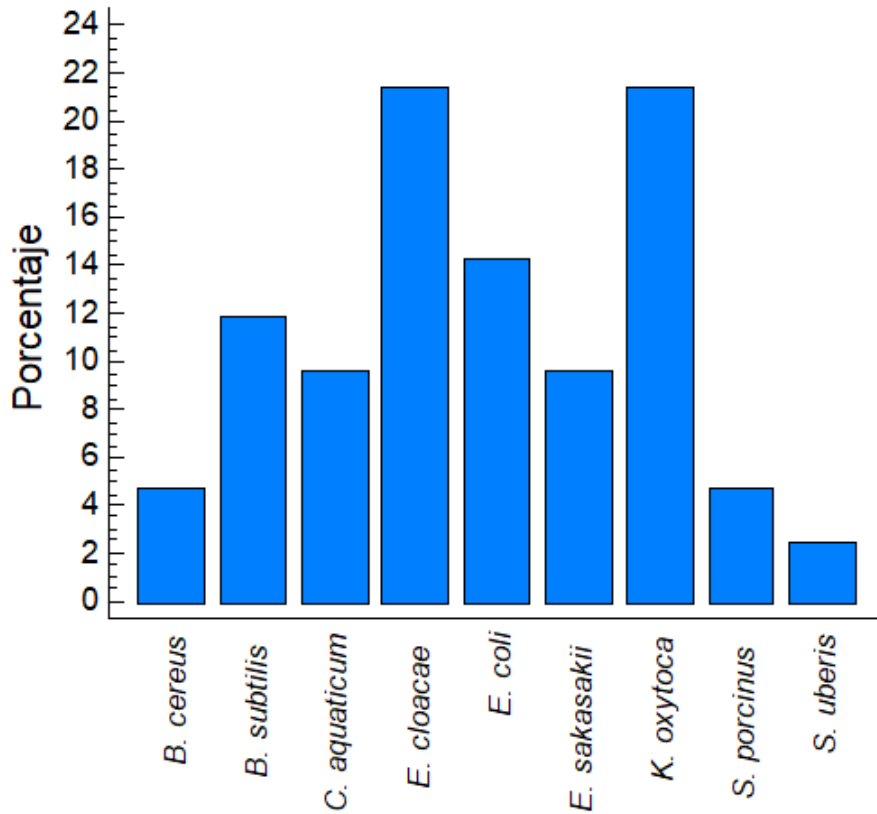


Figura 1: Porcentajes de las frecuencias relativas de las especies de bacterias encontradas en las muestras de agua.

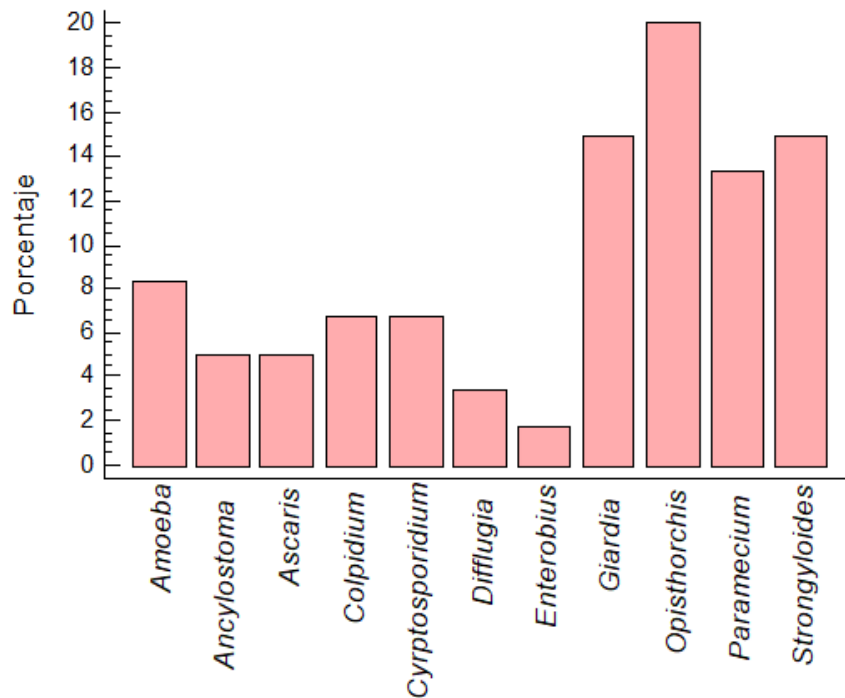


Figura 2: Porcentajes de las frecuencias relativas de los géneros de parásitos encontrados en las muestras de agua incluyendo helmintos y protozoos.

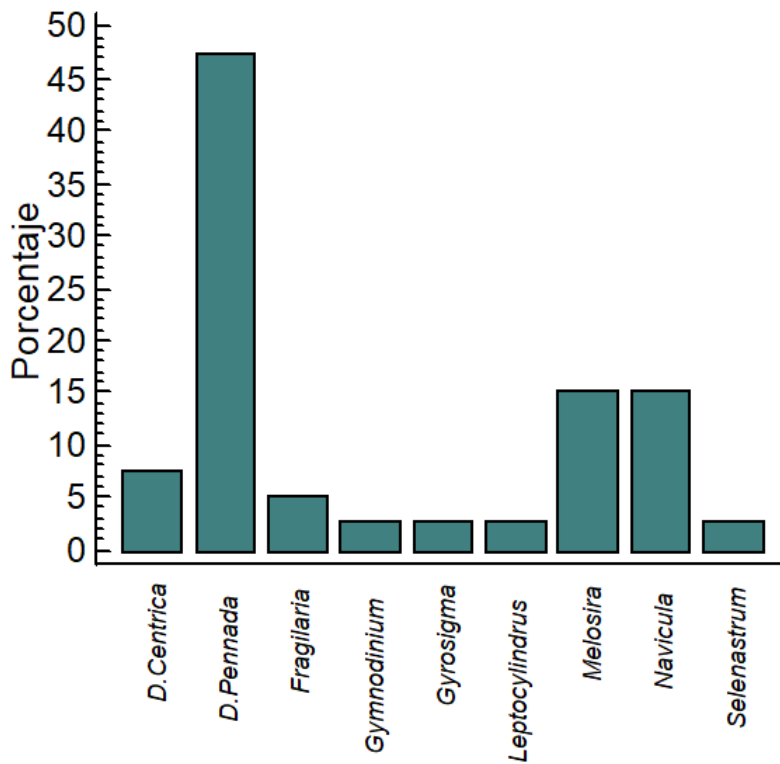


Figura 3: Porcentajes de la frecuencia relativa de los géneros de algas encontradas en las muestras de agua.

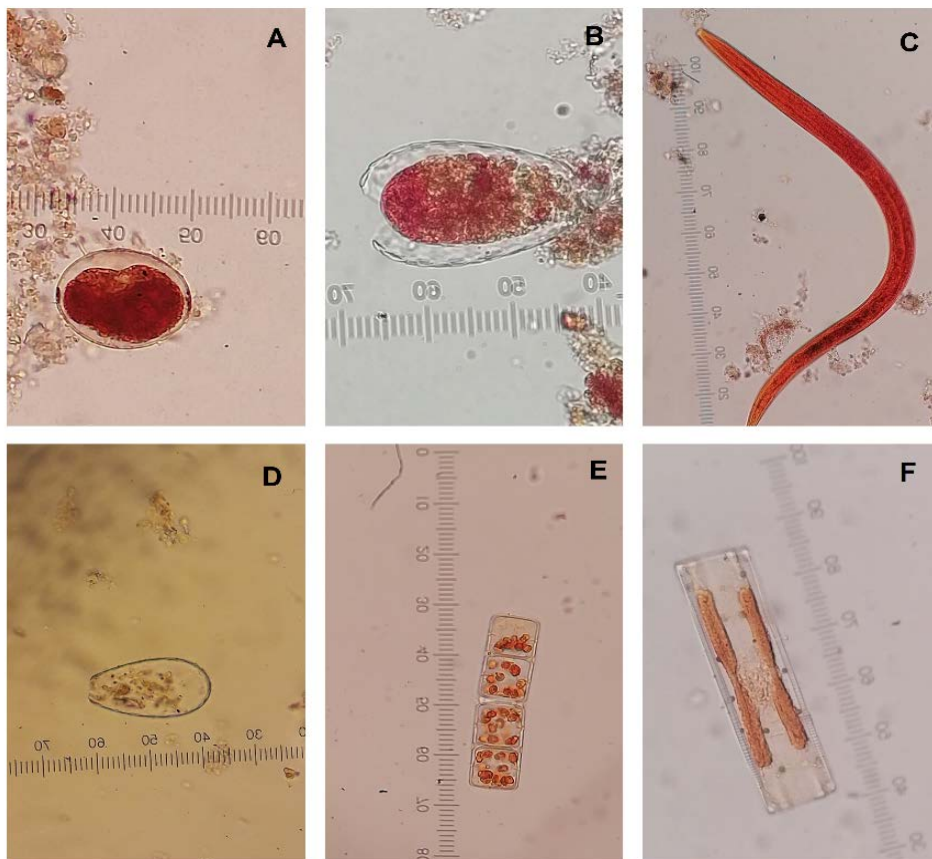


Figura 4: Formas parasitarias similares a (A) Huevo de *Ancylostoma sp.*, (B) Huevo de *Ascaris sp.*, (C) Larva de *Strongyloides sp.*, (D) *Opisthorchis sp.*, (E) *Melosira*, (F) *Diatomea Pennada*.

Tabla 1: Relación entre la fuente, los factores fisicoquímicos y la presencia de los organismos.

Organismo	Acueducto	Conductividad	LDO	pH	T	R2
B.subtilis	0,005	x	0,053	x	x	46,64%
E,cloacae	x	0,031	x	0,001	x	43,43%
E,sakasakii	x	0,053	0,048	x	x	35,28%
K,oxytoca	0,011	x	0,025	0,058	x	56,06%
E,coli	x	x	x	0,030	x	18,16%
Paramecium	0,034	x	x	0,021	x	44,33%
Ancylostoma	x	x	x	x	0,035	25,16%
Strongyloides	0,062	0,001	x	0,002	x	78,59%
Melosira	0,034	x	x	x	x	26,22%
D,pennada	0,059	x	x	x	x	27,13%

DISCUSIÓN

En el Decreto 475 de 1998 (Ministerio de salud en Colombia, 1998) y la Resolución 2115 del 2007 (Ministerio de la Protección Social, 2017) señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano donde se establecen los parámetros con niveles máximos permitidos, donde se indica que el pH debe estar entre 6,5-9, la conductividad hasta 1000 us/cm y el LDO de 4,1 -7,9 mg/L, en nuestros resultados todos los valores de los parámetros fisicoquímicos estuvieron dentro de los límites establecidos por la normatividad, lo que nos indica que el agua del sector rural en cuanto a variables fisicoquímicas es apta para consumo humano.

Existen factores que están permitiendo el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectante y material de las tuberías (Venegas., et al 2014). Aunque los parámetros establecidos se estén cumpliendo igualmente los organismos están creciendo allí, el pH siempre se mantuvo neutro (7.0) el cual es un valor óptimo para crecimiento bacteriano, lo que indica que hay un riesgo para el humano con relación a la causa de efectos en la salud a corto plazo, teniendo en cuenta que *E.coli* es considerada como indicador de riesgo agudo (OMS, 2006). Este riesgo está asociado principalmente a la contaminación microbiológica, la cual está relacionada con la ingestión de agua contaminada de excretas humanas y animales.

La presencia de algunos organismos estuvo asociada a los factores fisicoquímicos (Conductividad, temperatura, LDO, pH) como es el caso de *E.cloacae*; *E. sakasaki*; *E.coli*; *K.oxytoca*; *Strongyloides sp* entre otros, el pH y la conductividad jugaron un papel muy importante en el crecimiento de estos organismos pues en la mayoría de organismos la presencia estaba asociada a estos parámetros, los valores de estos parámetros que se encuentran dentro de lo reglamentario para agua potable están permitiendo la proliferación de estos organismos, en el caso de *Strongyloides* fue el que mayor R2 tuvo (78,59%) y está asociado con tres de los parámetros (Conductividad, pH y acueducto), lo que nos indica que este organismo depende de esos parámetros para su crecimiento. En los organismos que mostraron asociación con el tipo de abastecimiento, siempre fue el abastecimiento de la red de distribución que fue el más común y el que no posee ningún tipo de tratamiento. El pH fue el parámetro que tuvo más relevancia, fue el que tuvo mayor número de asociaciones significativas, este se mantuvo neutro y este valor es óptimo para el crecimiento de varios organismos. En la tabla 1 donde se mostraron las

asociaciones que fueron significativas respecto a los parámetros fisicoquímicos, algunos organismos no presentaron ninguna relación con las variables tomadas, su presencia posiblemente pueda deberse a otro tipo de variables, como al uso que se le está dando al agua (recreacional o uso doméstico como el lavado de ropa, alimentos) y a la interacción de hospederos intermediarios o definitivos de estos microorganismos y parásitos asociados a la fuente de agua (Pino et al., 1998).

El Decreto 475 de 1998 para agua potable incluye la detección y cuantificación de *E. coli*, coliformes totales, huevos y larvas de helmintos, quistes de protozoos como *Giardia* y *Cryptosporidium*, cuyo valor permitido es de cero cuando se trata de agua de consumo humano, pero en nuestro estudio la presencia de estos organismos estuvo en un 14,29 %, 15 % y 6.6 % respectivamente, además de las otras bacterias, se encontraron géneros del grupo de coliformes como *Klebsiella* y *Enterobacter*, la presencia de estos nos está indicando que hay una calidad deficiente del agua en cuanto a calidad microbiológica (Ríos et al., 2017). Las bacterias encontradas en las muestras son bacterias que tienen un hábitat variado, pueden hallarse en el suelo, el ambiente, y el agua, todas las especies encontradas en este estudio son patógenas aunque la mayoría son patógenos oportunistas, pueden llegar a causar enfermedades o infecciones gastrointestinales, respiratorios y urinarios entre otros (OMS, 2006) cabe resaltar que hay dos especies de *Streptococcus* que son patógenas para animales pero se han reportado estudios de infecciones para humanos ya que son normalmente encontradas en donde hay ganado, pero posiblemente puede que estén presentes en las muestras debido a la escorrentía (Reinoso et al., 2015). Se ha demostrado que los géneros de *Enterobacter* y *Klebsiella* colonizan con frecuencia las superficies interiores de las cañerías de agua y tanques de almacenamiento y crecen formando una biopelícula cuando las condiciones son favorables, es decir, presencia de nutrientes, temperaturas cálidas, bajas concentraciones de desinfectantes y tiempos largos de almacenamiento, estas biopelículas pueden llegar a tener grandes impactos en la salud y pueden generar un alto desarrollo de enfermedades en el humano (Puerta y Rodríguez, 2010).

Aunque se encontraron coliformes fecales que son los indicadores de calidad de agua también se hallaron otro tipo de bacterias que posiblemente pueden ser usados como indicadores complementarios. La presencia de *Streptococcus* se debe principalmente a la contaminación de origen fecal, estos organismos tienen gran resistencia a condiciones adversas de temperatura y pH lo que no tienen algunos coliformes por lo que no pueden sobrevivir a estas condiciones, por lo cual es de suma importancia tomar en cuenta a este microorganismo indicador de contaminación ya que tiene relación directa entre su densidad y aparición de enfermedades entéricas (Suárez, 2002).

En general la presencia de protozoos es abundante en aguas estancadas que contienen materia orgánica en descomposición y que, por tanto, son ricas en sustancias nutritivas en hidratos de carbono y grasa, de los encontrados hay varios patógenos para el hombre como *Giardia* y *Cryptosporidium* que son los principales causantes de enfermedades gastrointestinales (Giardiasis y criptosporidiosis) (Aladro et al., 2009). En las muestras también se encontró la presencia de *Colpidium* un protozoo que se alimenta de bacterias, este género se encuentra típicamente en hábitats de agua dulce altamente contaminados. Por esta razón, su presencia se considera a menudo como un indicador de mala calidad del agua (Gracia, 1987). La presencia y el número de huevos de helmintos varían con la tasa de infección predominante en la comunidad, dado que son resistentes a las condiciones ambientales de pH, temperatura y humedad por lo que estos organismos pueden seguir siendo infecciosos durante varios años y por ello son considerados como los microorganismos patógenos más resistentes (Campos et al., 2018). En la mayoría de los helmintos encontrados estaba tanto la larva como el huevo y en algunos casos la larva masculina y femenina, como en *Strongyloides sp*, estos helmintos

son patógenos del hombre y son los causantes de manifestaciones clínicas con gravedad y letalidad por consumo de aguas contaminadas (Giraldo et al., 2005).

La contaminación de las quebradas se presenta principalmente por el uso de abonos y de agroquímicos de cultivos que están cerca de ellas, también las fuentes hídricas son receptoras de las aguas residuales domesticas como mieles de café, desechos orgánicos bovinos, pecuarios, porcícolas y avícolas que llegan a la fuente por escorrentía (CRQ, 2007). El problema en Colombia está más enfocado en términos de manejo de disponibilidad del recurso hídrico como tal, así como lo muestra la investigación realizada por Roa & Brown (2009), donde evidencian que existen más de 25000 sistemas de agua y saneamiento a pequeña escala en las zonas rurales, pero el 80% son operadas por la misma comunidad sin tener una preparación técnica necesaria para tal fin. Los acueductos propios veredales no cuentan con tratamientos para potabilizar el agua que consumen los habitantes de la zona rural, algunas fincas usan el cloro de manera independiente para la desinfección pero se ha reportado una mayor resistencia de los organismos a las concentraciones de cloro libre residual (Marchand, 2002). La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos especialmente bacterias, pero la desinfección con cloro tiene una eficacia limitada frente a los protozoos patógenos en particular *Cryptosporidium*, La eficacia también puede ser insatisfactoria frente a patógenos presentes en flóculos o partículas que los protegen de la acción del desinfectante por ejemplo una turbidez elevada en el agua puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de cloro (OMS, 2006). Se ha evaluado la resistencia de los organismos a la cloración, siendo los quistes de protozoo más resistentes al cloro que los virus y las bacterias y donde la mayoría de los huevos de helminto no se ven afectados en absoluto por la cloración (Salgot, 1994). Los parásitos se caracterizan por tener sus formas resistentes, estados en el ciclo biológico donde son capaces de abandonar al hospedador, evolucionar hasta formas infectantes y resistir a las condiciones ambientales adversas hasta hallar un nuevo hospedador donde reiniciar el ciclo biológico (Martínez, 2002).

La presencia de algas se vio fuertemente representada por las diatomeas, la presencia de estos bioindicadores se puede relacionar con el aumento de materia orgánica en el curso de agua pues estos fenómenos generan gran influencia en la población de microalgas, aumentando la diversidad, composición y abundancia de diatomeas, la abundancia de estos organismos puede llegar a causar mal olor y sabor en el agua potable (Vélez., et al, 2016). En el agua se da un proceso de eutrofización donde la escorrentía agrícola estimula el crecimiento desenfrenado de algas, existen algunos géneros que son indicadores de aguas eutróficas y que son abundantes en aguas contaminadas como lo son *Melosira* y *Fragilaria* (Hernández, 2012). Los organismos encontrados en las diferentes muestras, son causantes de diversas enfermedades gastrointestinales en humanos, por lo tanto, el agua consumida por los habitantes del sector rural del municipio de Circasia no es apta para consumo humano ya que no cumple con las condiciones de calidad de agua potable requeridas en la Resolución 2115 del 2007 y ya que no cuenta con un sistema de tratamiento permanente debe ser obligatoriamente hervida antes de consumirse. Son urgentes los sistemas de tratamiento de agua en esta zona.

CONCLUSIONES

Se identificaron diferentes microorganismos indicadores de calidad de agua y de interés clínico siendo los más frecuentes: *E. cloacae*, *K. oxytoca*, *Ophisthorchis* sp, *Giardia* sp, *Strongyloides* sp y diatomeas pennadas presentes en el agua consumida por los habitantes de la zona rural

Se estableció la metodología adecuada para su identificación, asociando la presencia con los factores fisicoquímicos del agua siendo más relevante el pH presentando mayor número de asociaciones significativas, posiblemente a que se presentó en los valores óptimos para crecimiento bacteriano y parasitario.

Se identificaron tres diferentes fuentes de abastecimiento de agua de consumo presentes en la zona rural de Circasia, solo una de ellas con tratamiento.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mil gracias a los profesores Luis Hernando Hurtado y Paula Andrea Viveros por la atención y la ayuda brindada, a la Universidad del Quindío, al Programa de Biología y al centro de investigaciones Biomédicas por hacer posible esta investigación, y para finalizar expreso un alto agradecimiento a cada uno de los propietarios de los predios, puesto que sin su autorización no hubiera sido posible llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS

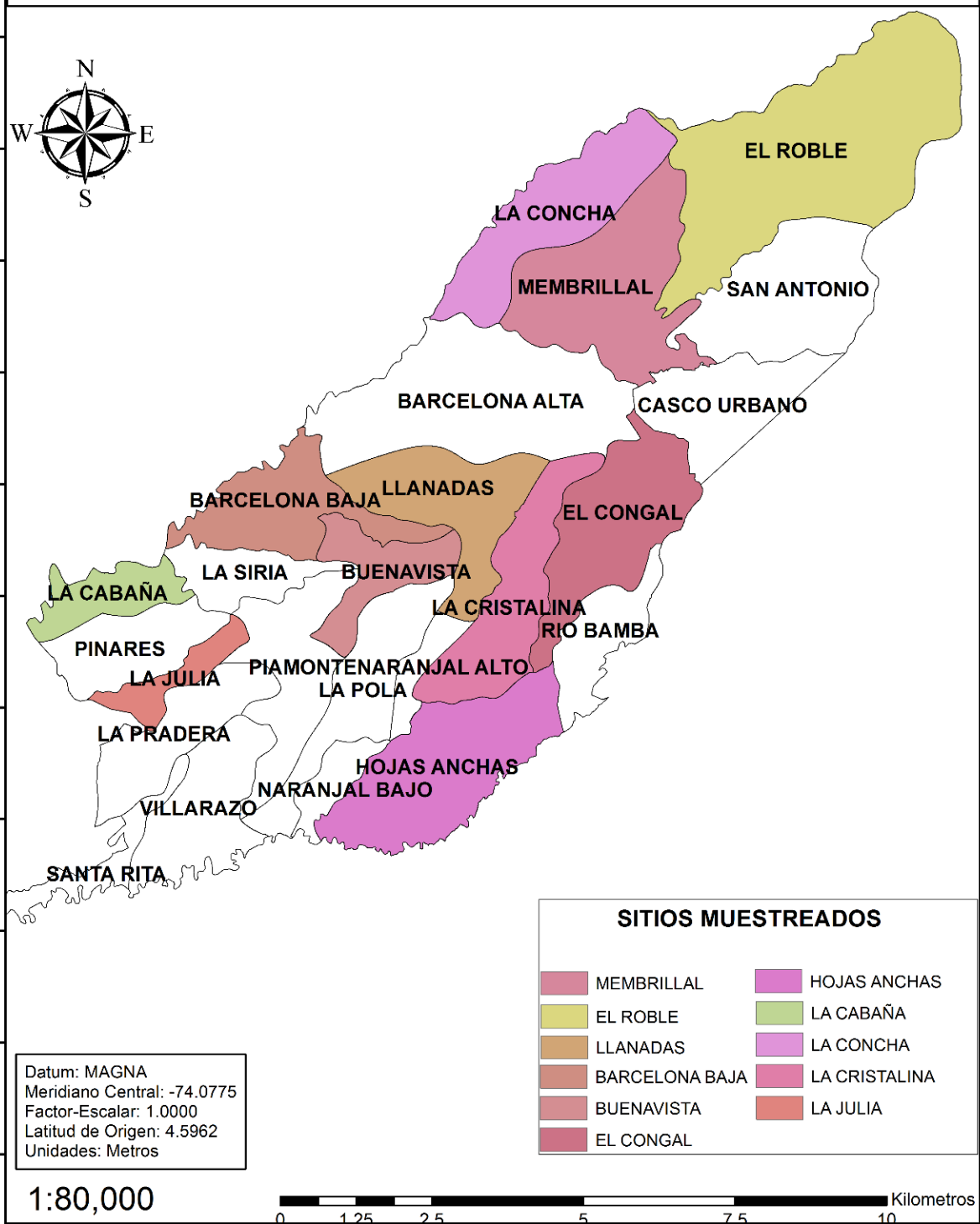
- Aladro, M., Reyes, M., Olvera, M., 2009. Diversidad de los protozoos ciliados, *Diversidad biológica e Inventarios* 68 pp.
- Alarcón, M.A., Beltrán, M., Cárdenas, M.L., Campos, M.C., 2005. Recuento y determinación de viabilidad de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en aguas potables y residuales en la cuenca alta del río Bogotá. *Biomédica* 25, 353–365
- Campos, C., Beltrán, M., Fuentes, N., Moreno, G., 2018. Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos. *Biomédica Rev. del Inst. Nac. Salud* 38, 42. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3352>
- Corporación Autónoma Regional del Quindío, C., 2006. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río La Vieja. 104. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Corporación Autónoma Regional del Quindío, 2007. Un gobierno y una comunidad que conocen las verdadera situación ambiental de su municipio, 1–74.
- Contreras K, J, Contreras, M. Corti, J. De Sousa, M. Durán, M.E., 2008. El agua un recurso para preservar. *Universidad Los Andes Fac. Med. Escuela Med.* 27.
- Giraldo, M., García, N., Castaño, J., 2005. Prevalencia de helmintos intestinales en caninos del departamento del Quindío. *Biomédica* 25, 346–352. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.439>
- Gracia, M.P., Igual, J., 1987. Los ciliados como organismos saprobios de las aguas. *Miscelánea Zoológica* 11, 1–11
- Iltis, A., Carmouze, J., Lemoalle, J., 1987. V.] Características físico -químicas del agua.
- Iriarte M., 2014. Indicadores de patógenos Contenido Microorganismos emergentes y 1–27.
- Karanis, P, Szostakowska, B., Korzeniewski, K., 2017. Detection of *Giardia intestinalis* in water samples collected from natural water reservoirs and wells in northern and north-eastern Poland using LAMP, real-time PCR and nested PCR. *J. Water Health* 15, 775–787. <https://doi.org/10.2166/wh.2017.039>
- Lora-Suarez, F, Marin-Vasquez, C N.L, Gallego, M, Torres, E, M.M.G., Gómez-Marín, J.C.C.-O. and J.E., 2002. Giardiasis in children living in post-earthquake camps from Armenia (Colombia). *BMC Public Health*.
- Lora-Suarez M, Rivera R, Triviño-Valencia, J., 2016. Detection of protozoa in water samples by formalin/ ether concentration method. *Water Res.* 5.
- Marchand, E., 2002. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana 71.
- Martínez, A.R., 2002. Agua y transmisión parasitaria. *Fontem.Com* 1–45.
- Ministerio de salud en Colombia, 1998. Decreto 475 De 1998. Régimen Leg. Bogotá D.C. 1998, 43.

- Ministerio de Salud y Protección Social, 2013. Análisis de Situación de Salud de poblaciones diferenciales 128.
- Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2017. Resolución Numero 2115. Minambiente 23.
- Orellana, J. a, No, U.T., Cuentas, A., 2005. Características del agua potable. Ing. Sanit. 1–7.
- Organización Mundial de la Salud, 2006. Guidelines for Drinking-water Quality. Atención Primaria 23, 7. [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(00\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(00)00006-6)
- Pérez-Cordón, G., Rosales, M.J., Valdez, R.A., Vargas-Vásquez, F., Cordova, O., 2008. Detección de parásitos intestinales en agua y alimentos de Trujillo, Perú. Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica 25, 144–148.
- Pino, A., Nidia, B., Angel, M., Abramovich, L. De, 1998. Contaminacion bacteriana en aguas recreacionales. Factores intervinientes. Fabicib 2, 61–67.
- Puerta, E.A., Rodríguez, F., 2010. 04 ACT51 (3426-3431).innd. Medicine (Baltimore). 10, 3426–31. [https://doi.org/10.1016/S0304-5412\(10\)70056-1](https://doi.org/10.1016/S0304-5412(10)70056-1)
- Pulido, D.P.M., Ávila De Navia, S.L., Estupiñán Torres, M.S., Gómez Prieto, A.C., 2005. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova 3, 69–79. <https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Reinoso, E.B., Lasagno, M.C., Odierno, L.M., 2015. Genetic patterns of Streptococcus uberis isolated from bovine mastitis 47, 108–111.
- Ríos, S., Agudelo-Cadavid, R.M., Gutiérrez-Builes, L.A., 2017. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 35, 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Roa, C., Brown, S., 2009. Assessing water use and quality through youth participatory research in a rural Andean watershed. Journal of Environmental Change. Volumen 90. 3040-3047
- Salgot, M. (1994) Prevención de los riesgos Sanitario derivado de la reutilización de aguas residuales. Departamento de Sanidad y Seguridad Social. Cataluña, Barcelona
- Segura, L.E., 2007. Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Esc. Super. Adm. pública ESAP 142.
- Suárez, M., 2002. Tendencia Actual Del Estreptococo Como Indicador De Contaminación Fecal. Rev. Cubana Hig. Epidemiol. 40, 38–43
- Triviño-Valencia, J., Lora, F., Zuluaga, J.D., Gomez-Marin, J.E., 2016. Detection by PCR of pathogenic protozoa in raw and drinkable water samples in Colombia. Parasitol. Res. 115, 1789–1797. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-4917-5>
- Venegas, C., Mercado, M., Campos, C., 2014. Evaluation of the Microbial Quality of Drinking Water and Wastewater in One Population of Bogota (Colombia) 13, 24–3

ANEXOS

75°49'0"W 75°48'0"W 75°47'0"W 75°46'0"W 75°45'0"W 75°44'0"W 75°43'0"W 75°42'0"W 75°41'0"W

MAPA DELIMITACIÓN VEREDAL-SITIOS DE MUESTREO



75°49'0"W 75°48'0"W 75°47'0"W 75°46'0"W 75°45'0"W 75°44'0"W 75°43'0"W 75°42'0"W 75°41'0"W

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio sobre IDENTIFICACIÓN DE PARASITOS Y BACTERIAS ASOCIADOS A FUENTES DE AGUA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CIRCASIA, QUINDÍO.

Investigadores responsables:

Fabiana María Lora Suarez Lic. Biol. Msc. PhD

Laura Sierra Rengifo

Invitación a participar

Lo invitamos a que participe en el proyecto de investigación: **IDENTIFICACIÓN DE PARASITOS Y BACTERIAS ASOCIADOS A FUENTES DE AGUA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CIRCASIA, QUINDÍO**, el cual será llevado a cabo por el Grupo de Investigación en Ciencias Básicas y Educación (GICBE), por la línea de investigación en Microbiología Ambiental de la Universidad del Quindío.

Aspectos importantes sobre los estudios de investigación:

- Los estudios de investigación en ciencias básicas buscan ganar conocimiento científico que puede ser útil al sector salud u otras personas en el futuro.
- La participación es voluntaria. Puede rehusarse a participar, o puede retirar su consentimiento en cualquier momento y por cualquier motivo.
- Si usted quiere participar en este estudio es necesario firmar este consentimiento. El cual se realizará por duplicado para que usted reciba una copia de él.
- Usted puede preguntarle al investigador principal, Fabiana María Lora Suarez o a cualquier otro miembro del grupo de investigadores todas las dudas que tenga acerca de este estudio y puede realizarlo en cualquier momento de su ejecución. Podrá comunicarse directamente al siguiente Teléfono (036) 7359348 o mediante correo electrónico flora@uniquindio.edu.co (Horario de atención lunes a viernes en horario de oficina).

¿Qué procedimiento se le realizará?

Se tomarán muestras de agua directamente del grifo, las cuales serán almacenadas en recipientes estériles para su posterior análisis en el laboratorio de la Universidad del Quindío. La toma de muestras será realizada por un investigador capacitado de la Universidad del Quindío.

¿Cuáles son los posibles beneficios derivados de esta investigación?

Los resultados del estudio podrían contribuir al desarrollo de planes de mejoramiento y monitoreo de las condiciones sanitarias del agua, de modo que a largo plazo estaría aportando al beneficio de la población en general. Los resultados de la investigación y el análisis de la misma se organizarán en un formato de artículo científico, al cual tendrá acceso en el momento en que lo desee, una vez se

entregue el informe final del proyecto.

¿Se presentará alguna afectación negativa por participar en el estudio?

La participación en el estudio no afectará en ninguna medida su integridad, todos los procedimientos serán realizados por personal experto en el área y los resultados serán manejados con confidencialidad, además, los resultados encontrados en este estudio no darán lugar a ninguna medida sancionadora o disciplinaria (Confidencialidad de datos)

CONSENTIMIENTO INFORMADO PERSONAL

Me han explicado verbalmente y he leído la información proporcionada previamente.

Yo _____ Con cédula de ciudadanía No _____, en calidad de (cargo) _____ acepto participar en este estudio. En constancia, firmo este documento de Consentimiento informado, en presencia de uno de los investigadores del estudio, en la ciudad de Armenia el día del mes de _____ del año _____.

Nombre completo, firma y documento de identidad de la persona

Nombre: _____

Firma: _____

Cédula de Ciudadanía #: _____ de:

INVESTIGADORES

Nombre completo, firma y documento de identidad de la persona

Nombre: _____

Firma: _____

Cédula de Ciudadanía #: _____ de:

ENCUESTA

¿De dónde obtiene el agua de consumo humano?

¿Cómo califica usted la calidad del agua de acuerdo a lo que observa? ¿Es turbia? ¿Sucia? ¿Mal olor? ¿Sabor?

¿Qué proceso tiene el agua que consume: hervida SI __ NO __

¿Ha presentado alguna molestia como diarrea, dolor abdominal en los últimos meses, o presenta molestias frecuentemente?

SI __ NO __

¿Qué tipo de actividad se realiza en la vereda?