

Artículo de investigación

Análisis de calidad de agua de acueductos rurales y su relación con la salud pública en el Valle del Cauca

Analysis of water quality of rural aqueducts and its relationship with public health in Valle del Cauca

Astrid Lili Puerta Monsalve¹, Julio Alexander Delgado², Juan Felipe Ríos Marín³

Resumen

La calidad del agua para consumo humano en Colombia se evalúa a través de la Resolución 2115 de 2007, la cual mide el Índice de Riesgo de Calidad de Agua (IRCA). En algunos acueductos rurales de Colombia este índice no se cumple, lo que evidencia inadecuadas condiciones de saneamiento básico. De allí la importancia de realizar estudios para verificar los sistemas de tratamiento, el cumplimiento de la normativa y el plantear alternativas de solución. Dado lo anterior, se plantea ¿Cuál es la calidad del agua de los acueductos del Valle del Cauca? y ¿Existe relación con los reportes de enfermedades asociadas al agua como la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)?; teniendo como objetivo analizar la calidad de agua de los acueductos del Valle del Cauca mediante los reportes de IRCA y EDA. Metodológicamente, se revisaron los reportes de IRCA y EDA de la Secretaría de Salud Departamental, a través del Sistema de Información para la Vigilancia del Agua (SIVICAP) y Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) para los periodos 2007 - 2015 y 2015 - 2017, respectivamente. Esta información se analizó en Microsoft Excel, verificando que los datos de EDA existen a nivel municipal y de IRCA a nivel urbano, rural y municipal. Los municipios del Valle del Cauca con mayor reporte de EDA son La Cumbre, Yotoco, Trujillo, El Dovio y Ginebra y para el IRCA municipal los valores altos se observan en Ansermanuevo, Argelia, El Águila, El Cairo y Vijes. El IRCA rural presenta mayor valor que el IRCA urbano, y por tanto, mayor riesgo de contaminación. Este aspecto se analizó con la realización de encuestas en 17 acueductos del Valle del Cauca y muestreos de agua en dos acueductos rurales en un municipio seleccionado. Los resultados muestran

1. Centro Agropecuario de Buga. Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA.

2. Institución Educativa Ateneo. Pradera Valle.

3. Centro de Diseño Tecnológico Industrial (CDTI). SENA Cali. Correo de correspondencia: alpuertam@misena.edu.co

Cómo citar:

Puertas Monsalve, A. L., Delgado, J. A., & Ríos Marín, J. F. (2024). Análisis de calidad de agua de acueductos rurales y su relación con la salud pública en el Valle del Cauca. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 9(1), 60-73.



que de acuerdo con la normativa, los acueductos rurales entrevistados y analizados no cumplen con las condiciones óptimas de saneamiento básico.

Palabras claves. Calidad del Agua, Índice de Riesgo de Calidad del Agua, Enfermedad Diarreica Aguda, Salud Pública, Acueductos.

Abstract

The quality of water for human consumption in Colombia is evaluated through Resolution 2115 of 2007, which measures the Water Quality Risk Index – IRCA. In some rural aqueducts in Colombia this index is not met, which shows inadequate basic sanitation conditions. Hence the importance of carrying out studies to verify treatment systems, compliance with regulations and propose alternative solutions. Given the above, the question arises: What is the quality of the water in the aqueducts of Valle del Cauca? and Is there a relationship with the reports of diseases associated with water such as Acute Diarrheal Disease - EDA?; aiming to analyze the water quality of the aqueducts of Valle del Cauca through IRCA and EDA reports. Methodologically, the IRCA and EDA reports of the Departmental Health Secretariat were reviewed, through the SIVICAP and SIVIGILA information systems for the periods 2007 - 2015 and 2015 - 2017, respectively. This information was analyzed in Microsoft Excel, verifying that EDA data exists at the municipal level and IRCA data at the urban, rural and municipal level. The municipalities of Valle del Cauca with the highest EDA report are La Cumbre, Yotoco, Trujillo, El Dovio and Ginebra and for the Municipal IRCA the high values are observed in Ansermanuevo, Argelia, El Águila, El Cairo and Vijes. The rural IRCA has a higher value than the urban IRCA and therefore a greater risk of contamination. This aspect was analyzed by carrying out surveys in 17 aqueducts in Valle del Cauca and water sampling in two rural aqueducts in a selected municipality. The results show that in accordance with regulations, the rural aqueducts interviewed and analyzed do not meet the optimal conditions for basic sanitation.

Key words: Water Quality, Water Quality Risk Index, Acute Diarrheal Disease, Public Health, Aqueducts.

Introducción

La calidad de agua hace referencia al conjunto de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan el estado del recurso hídrico y su posible uso (Martínez, 2003). La dinámica de estos parámetros depende de la presencia o ausencia de sustancias químicas o biológicas indeseables, que, por contaminación orgánica e inorgánica, de procedencia natural o artificial, se presentan en los cuerpos de agua. En Colombia, la calidad del agua potable se regula mediante la resolución 2115 del 2007, la cual establece valores máximos permisibles permitiendo identificar si el agua es apta para el consumo humano. Este control de calidad de agua potable es importante, ya que el agua es un vehículo transmisor de enfermedades, que por la presencia de patógenos intestinales, bacterias, virus, protozoos o helmintos ocasionan contaminación microbiológica (Martínez, 2003) y favorecen la transmisión de gran cantidad de enfermedades, que en algunos casos pueden ser mortales. Enfermedades como el cólera, hepatitis, enfermedad diarreica aguda, gastroenteritis, entre otras; se asocian al manejo inadecuado del agua. La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) constituye uno de los principales problemas de salud en la población infantil. Según Reyes-Gómez et al., (2018) esta representa la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, con 3,2 millones de muertes anuales a nivel mundial. En los países en vía de desarrollo, esta enfermedad

es uno de los problemas de salud pública más importantes con consecuencias que inciden en el terreno económico, social y político (Ávila de Navia & Estupiñán, 2012). Por lo anterior, el monitoreo de la calidad del agua potable se debe vincular a la vigilancia epidemiológica.

Los acueductos rurales enfrentan desafíos en términos de saneamiento básico cuya calidad del agua en muchas regiones del país, no es la mejor. Principalmente en las zonas rurales, donde los recursos son limitados y se carece de adecuadas condiciones financieras, técnicas y de infraestructura. Sumado a la falta de personal capacitado, y a las condiciones geográficas para acceder a las fuentes de abastecimiento (Mejía, Castillo & Vera, 2016). Ordoñez (2020) afirma que la mala calidad del agua es debido a los problemas de contaminación que generan conflicto por su uso; además, la contaminación hídrica que limita el uso del agua, también causa elevados costos para la salud pública. Estudios como el de Briñez et al., (2012) evidencian la situación epidemiológica y las malas condiciones de saneamiento básico que se presentan en los acueductos. En el caso del Valle del Cauca, los acueductos rurales presentan debilidad técnica y financiera que dificulta el cumplimiento de los requisitos legales (UESVALLE, 2013). Por lo anterior, el objetivo de este artículo es analizar la calidad del agua de 17 acueductos rurales a partir de los reportes de Índice de Riesgo de Calidad de Agua (IRCA) y EDA en el Valle del Cauca, así como identificar las

variables que inciden en los resultados mediante la validación de la información de dos acueductos rurales de un municipio del departamento.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en tres (3) fases: la primera fase consistió en realizar un análisis de calidad de agua para el departamento del Valle del Cauca con la información suministrada en las bases de datos de SIVICAP y SIVIGILA, la segunda fue desarrollar encuestas y visitas a 17 acueductos priorizados, y en la tercera se seleccionaron dos acueductos para verificar y analizar la calidad de agua mediante los parámetros pH, turbiedad, cloro residual, alcalinidad, coliformes totales, fecales y dureza; con los resultados obtenidos se procedió a calcular el IRCA.

Área de Estudio

El departamento del Valle del Cauca situado al suroccidente del país está dividido en 42 municipios y 88 corregimientos, los cuales cuentan con sistemas de abastecimiento de agua urbanos y rurales administrados por empresas privadas, públicas o comunitarias. La vigilancia y supervisión de estos acueductos está a cargo de la Secretaría de Salud, la Unidad Ejecutora de Saneamiento (UES) y la Autoridad Ambiental Regional. En la primera fase se analizaron los datos de IRCA de los 42 municipios del Valle del Cauca (Figura 1). Posteriormente, se priorizaron

6 municipios (Fase 2) y se eligieron de 2 a 4 corregimientos por municipio (Tabla 1), para un total de 17 acueductos analizados. Finalmente, en la Fase 3 se priorizaron 2 acueductos rurales del municipio de Guacarí, en los corregimientos de Santa Rosa de Tapia y El Placer. Lo anterior, lo determinó el presupuesto con el que se financió y ejecutó el proyecto en el marco de una convocatoria de investigación.

Recolección de información secundaria para el Valle del Cauca (Fase I)

Se consultó en la web, los reportes de IRCA y EDA para todos los municipios del Valle del Cauca en la base de datos de la Secretaría de Salud Departamental, en los sistemas SIVICAP y SIVIGILA para el periodo 2007 - 2015 y 2015 - 2017, respectivamente. La información se analizó en Microsoft Excel y se realizó un análisis de correlación entre el IRCA y EDA municipal. Partiendo de la hipótesis que en los municipios donde se registra mayor IRCA se registrarán mayores reportes de EDA.

Visitas a los acueductos priorizados y encuesta a los usuarios (Fase II)

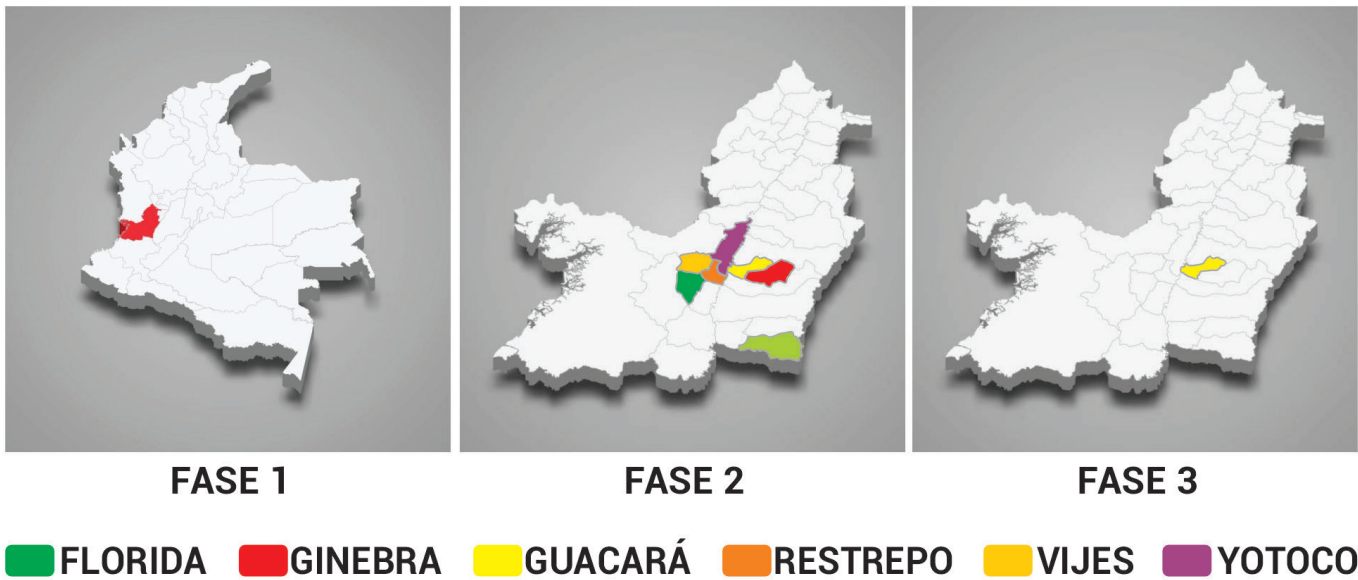
En los seis (6) municipios priorizados se realizaron visitas y encuestas a los acueductos y usuarios (Tabla 1), con el fin de evaluar el funcionamiento del acueducto y la calidad del servicio. Para la selección de los corregimientos, se estableció contacto con los líderes de juntas

de acción comunal de las diferentes alcaldías municipales. Se diseñaron dos instrumentos: el primero se aplicó al operario del acueducto rural para conocer las condiciones en las que operaba el Sistema de Tratamiento de Agua Potable

(STAP) y el segundo se aplicó al 10% del total de los usuarios del servicio en cada corregimiento (170 de 1700 usuarios). La muestra se calculó mediante un muestreo estratificado. La información colectada se sistematizó y analizó.

Figura 1

Área de estudio para las Fases I, II y III.



Toma de muestras en campo como ejercicio de validación (Fase III)

Para la validación de la información secundaria se seleccionaron dos acueductos rurales del municipio de Guacarí, ubicados en los corregimientos de Santa Rosa de Tapias y El Placer. Se realizaron 3 visitas en los meses de marzo, mayo y agosto de 2017, se tomaron muestras puntuales de agua en la bocatoma, tanque de almacenamiento del acueducto y una

vivienda escogida aleatoriamente, con el fin de evidenciar los cambios en la calidad del agua a lo largo del proceso de tratamiento. Otros, estudios realizados muestran que diversos factores intervienen en la calidad del agua durante el abastecimiento, en este caso se refiere a la captación y conducción (Méndez, 2020).

Tabla 1

Acueductos rurales del Valle del Cauca seleccionados en la Fase II.

Municipio	Corregimiento o Vereda	Cuenca de Abastecimiento	Fuente de Abastecimiento	Entidad Administradora
Guacarí	El Placer	Sonsito	Quebrada La Chimba	Acueducto El Placer
	Santa Roda de Tapias	Sonso	Quebrada Tapias	Acuatapias
	Puente Rojo	Guabas	Quebrada La Cocuya	Acueducto El Placer
Yotoco	Calimito	Paramillo	La cristalina	Acueducto Calimito
	Las Delicias	Alpes	Los Alpes	Acueducto Las Delicias
Restrepo	San Pablo	Alta Mira de Villa Vista	Quebrada San Pablo	Acueductos de San Pablo
	San Antonio de Piedras	Piedras	San José y Leticia	Acueducto de San Antonio de Piedras
Ginebra	Patio Bonito	Poporrinas	Quebrada Poporrinas	Acueducto Patio Bonito
	La Cuesta	Sabaleta	Rio Sabaleta	JAC La Cuesta
	Costa Rica	Venegas	Quebrada Venegas	Asuelcan
Vijes	Valledupar	El Diamante	El Diamante	Acueducto La Novillera
	Fresneda	La Aurora	Fresneda	Acueductos Fresneda
	Cachimbal	La Secreta	Cachimbalito	Acueducto Cachimbal
	Carbonero	La María	Carbonero	Acueducto Carbonero
Florida	Pavitas	Pavitas	Río Pavitas	Acueducto La Pavita
	San Francisco – El Llanito	La Paz de las Cañitas	Quebrada del Adán	Acueducto San Francisco
	El Pedregal	Frayle	Frayle	Acueducto El Pedregal

Análisis de muestras en laboratorio
(Fase III)

Para la determinación de Coliformes Totales y de *Escherichia coli*, se implementó el método de filtración por membrana en Agar Endo (IDEAM, 2014), la turbiedad fue valorada mediante un turbidímetro modelo ORION AQ4500 marca THERMO FISHER SCIENTIFIC. Cloro total, color aparente; magnesio, fósforo, sulfatos, hierro, zinc y molibdeno fueron analizados mediante la

absorbancia con un espectrofotómetro modelo ORION AQUAMATE 8000 UV-VIS marca THERMO FISHER SCIENTIFIC con sus respectivas curvas de calibración y los reactivos establecidos para la determinación de cada una de estas variables. El pH se determinó con el medidor Multiparamétrico modelo ACCUMET XL600 de la marca FISHER SCIENTIFIC, el oxígeno disuelto con el medidor marca YSI 5100. La alcalinidad, dureza cálcica, dureza total, cloruros y magnesio se determinaron

por titulación como lo indica el Standard Methods con las curvas de calibración establecidas. Los datos se procesaron y se calculó el IRCA.

Resultados y Discusión

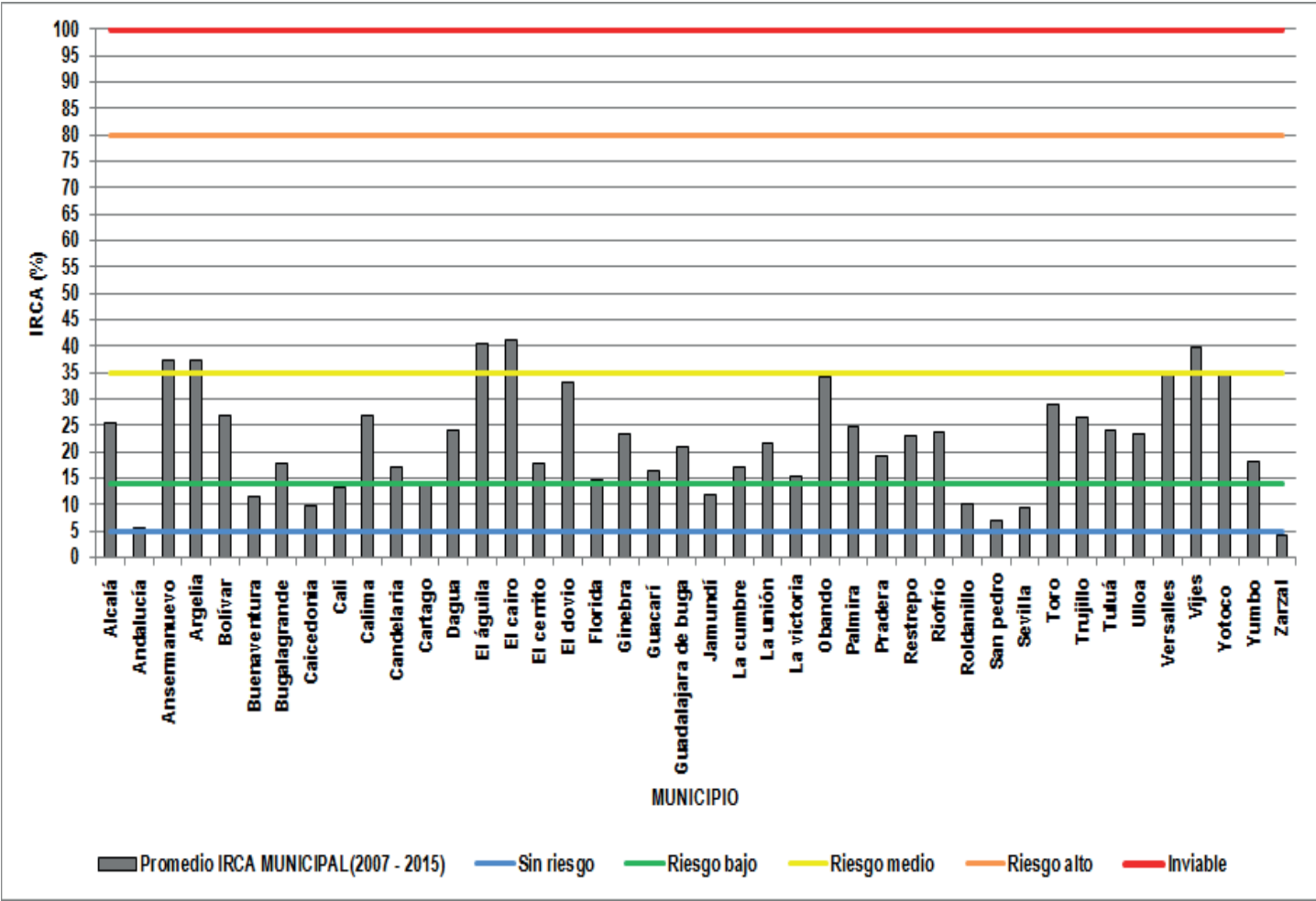
Análisis de IRCA y EDA Municipal en el Valle del Cauca

La Figura 2 presenta el IRCA para el periodo 2007 - 2015 de los 42 municipios del Valle del Cauca, mostrando que los acueductos

de Ansermanuevo, Argelia, El Águila, El Cairo y Vijes representan un riesgo alto para la población. En el caso de EDA, los que reportan más casos son La cumbre, Yotoco, Trujillo y El Dovio. Considerando este panorama y las condiciones de los acueductos se seleccionaron municipios con valores de IRCA alto, medio y bajo para establecer la relación con los reportes de EDA. Los municipios fueron Florida, Guacarí, La cumbre, Restrepo, Ginebra, Yotoco y Vijes.

Figura 2.

IRCA (2007 - 2015) y EDA (2015 - 2017) para los municipios del Valle del Cauca.



La revisión de la información suministrada por los entes de control (Instituto Nacional de Salud y Ministerio de Salud y Protección Social) a través de las plataformas SIVIGILA y SIVICAP muestran claramente que existe una brecha entre la calidad de agua de la zona rural y urbana. En el año 2013 el IRCA promedio de la zona urbana en el Valle del Cauca fue de 4,4% mientras que en la rural fue de 41,7%; sólo tres de los 42 municipios del Valle en su zona rural consumían agua apta para consumo humano. Por su parte, en el mismo año se reportaron 280.916 casos de EDA y 2 muertes por esta enfermedad, atribuyéndose el consumo de agua de mala calidad como una de las posibles causas de esta problemática. Además, la revisión de la información permitió establecer que de los 22 parámetros que incluye el IRCA, los acueductos rurales en su mayoría no cumplen con el color, turbiedad, cloro residual, hierro, coliformes totales y coliformes fecales, los cuales corresponden al 77,5% del puntaje total de riesgo (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social, 2007). También, la normativa asociada al sector de agua potable establece que de acuerdo con el número de usuarios, se establece el número de muestreos, actividad que no se cumple en la zona rural por la dificultad de acceso y por el número de acueductos presentes en el departamento, haciendo que el seguimiento no sea eficiente.

Correlación IRCA – EDA en los municipios objeto de estudio

La Figura 4A muestra el comportamiento del IRCA y EDA promedio de los 6 municipios para periodos que oscilan entre el 2007 y el 2016. Esta información refleja la necesidad de diagnosticar los problemas y necesidades de cada acueducto. No se encontró correlación entre IRCA y EDA ($R^2=0,3$). Esta situación puede deberse a que los usuarios no reportan a las entidades de salud las enfermedades que padecen. Además, en algunas ocasiones, las personas en sus viviendas, con el fin de disminuir el riesgo que esta representa, realizan otras actividades para tratar el agua como instalación de filtros, ozonizadores, tamices o hervir el agua. Que sin un manejo adecuado o limpieza en un tiempo determinado puede terminar afectando la calidad del agua suministrada. Por lo anterior, en este estudio no se establece una relación directa entre la calidad del agua para consumo humano y las enfermedades diarreicas agudas.

Análisis de las encuestas

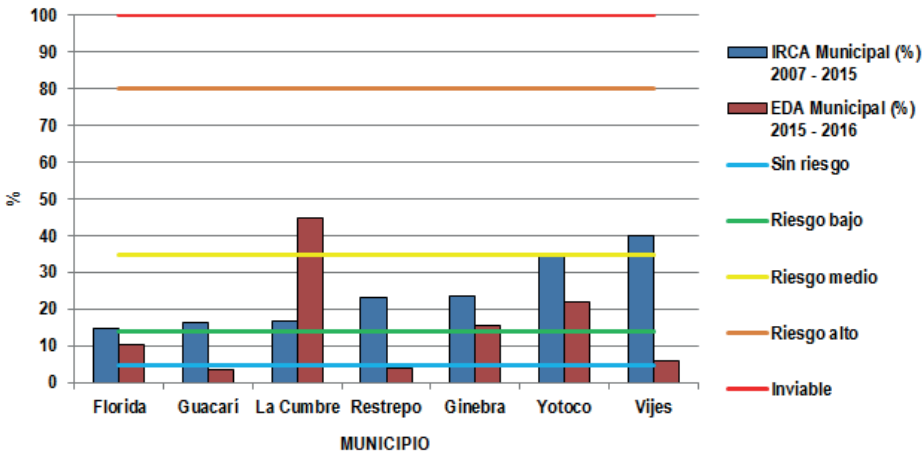
Las 277 encuestas realizadas a los usuarios se distribuyeron así: Guacarí (25), Yotoco (26), Florida (56), Restrepo (25), Vijes (27) y Ginebra (118); considerando el número de personas que habitan en la vivienda por cada encuestado, se consolidó un total de 1030 personas en los seis municipios para el respectivo análisis. La

información analizada permitió verificar que el 2,5% de las personas afirman haber presentado enfermedades relacionadas con el agua. La figura 4B muestra la cantidad de personas consideradas para el análisis por municipio y los casos de enfermedades que reportaron. Los municipios con mayor reporte son Ginebra, Florida y Vijos

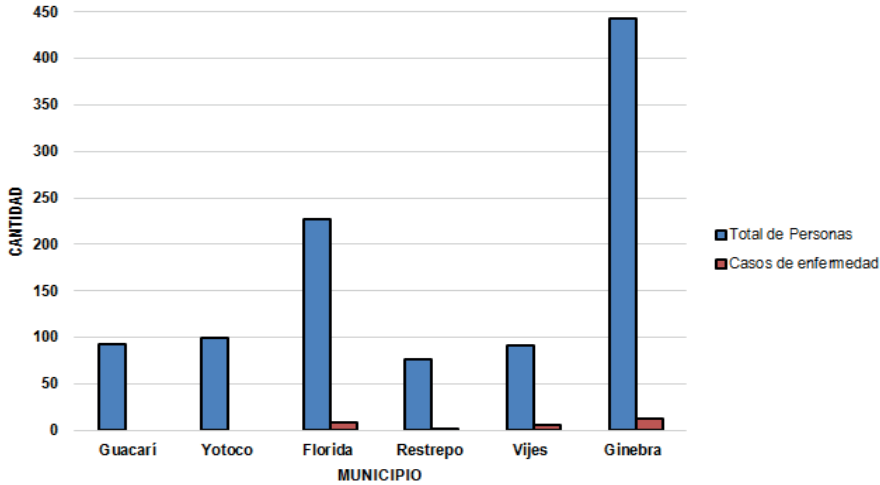
con 12, 8 y 5 casos, respectivamente. El 52% de los encuestados reportan que han tenido interrupción ocasional en el servicio de acueducto, información que coincide con lo notificado por los operarios del mismo, donde un 53% afirmó la suspensión del servicio por mantenimiento, el cual puede demorar en promedio 7 horas.

Figura 4
Relación EDA – IRCA.

a)



b)



Nota. A) Relación EDA - IRCA en municipios objeto de estudio. B) Personas encuestadas y número de casos de enfermedad reportados.

Por su parte, las encuestas realizadas a los operarios de los 17 acueductos mostraron que todos se abastecen de fuentes de agua superficial, las cuales hacen parte de las cuencas hidrográficas de los ríos Sabaletas, Sonso y Guabas. Además, se verificó que la fuente de donde se abastecen el 30% de los acueductos presentan descargas de aguas arriba de la bocatoma. Se confirmó que de todos los acueductos estudiados, ninguno cuenta con datos de turbiedad mínimo y máximo de operación. El 88% de los acueductos cuenta con la concesión de agua y realizan el pago de la respectiva tarifa. El porcentaje restante no tiene claridad sobre esta información. Los acueductos operan con un caudal promedio mínimo de 0,5 l/s. La mayoría de los acueductos rurales son administrados por las Juntas de Acción Comunal, Juntas Administradoras de Agua o Asociaciones de Agua. El 50% de los acueductos están a cargo de personas con conocimientos empíricos sobre el tema y el resto son manejados por personas que se formaron en temáticas ajenas al agua y al saneamiento básico. En este estudio, se verifica que en el Valle del Cauca, el sistema de tratamiento más común es el Sistema de Tratamiento Básico (STB) con un 38,1%, cuyo sistema consta de bocatoma, desarenador, desinfección y tanque de almacenamiento. Con un 28,6% le sigue el Sistema de Tratamiento por Filtración (STF), el cual tiene como unidades la

bocatoma, desarenador, filtración, desinfección y tanque de almacenamiento. El 19% de los acueductos utilizan Sistemas de Tratamiento Convencional (STC) caracterizados por tener bocatoma, desarenador, floculación, coagulación, sedimentación, filtración, desinfección y tanque de almacenamiento. El 14,3% de los acueductos cuentan con un Sistema de Tratamiento Mínimo (STM) que consiste en una bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento.

Análisis de calidad de agua en dos acueductos rurales del municipio de Guacarí

Con relación a los parámetros analizados se encontró que los acueductos en cuestión no cumplen con lo reglamentado en las variables manganeso, magnesio, fosfatos, hierro, molibdeno, *Coliformes* y *Escherichia coli*. El nivel de riesgo para la población oscila entre medio y alto, siendo no apta para el consumo humano (Tabla 2). En el acueducto de Santa Rosa de Tapia, el nivel de riesgo aumenta de 46 a 54% durante el proceso de conducción y distribución. Estos resultados de IRCA pueden deberse a la falta de mantenimiento y abandono de las unidades de tratamiento, además, de la falta de capacitación a los fontaneros. Sin embargo, es necesario continuar con el seguimiento y monitoreo del sistema de acueducto para evaluar con detalle las problemáticas existentes y proponer alternativas de mejora a los acueductos.

Tabla 2

Resultados de IRCA para los dos acueductos rurales.

Acueducto	Sitio de Muestreo	IRCA (%)	Nivel de Riesgo	Calificación
Santa Rosa de Tapia-Guacarí	Bocatoma	46,0	Alto	No apta para consumo
	Tanque de Almacenamiento	50,3	Alto	No apto para consumo
	Vivienda	54,1	Alto	No apto para consumo
El Placer - Guacarí	Bocatoma	66,7	Alto	No apto para consumo
	Tanque de Almacenamiento	23,0	Medio	No apto para consumo
	Vivienda	19,6	Medio	No apto para consumo

Conclusiones

Abordar las problemáticas de los acueductos rurales no solo en el Valle del Cauca, sino en Colombia, requiere de un enfoque integral, que involucre inversiones de infraestructura, control de las fuentes de contaminación, programas de educación y formación para los operarios de los acueductos, y participación de la comunidad, con el fin de generar sentido de pertenencia y apropiación por los acueductos y los sistemas de saneamiento básico en los entornos rurales. La calidad del agua de los acueductos depende de la fuente de abastecimiento y las variables externas que inciden en su calidad.

Generalmente las quebradas o fuentes de abastecimiento a través de su paso por el suelo se cargan de sustancias contaminantes como materia orgánica, compuestos inorgánicos y/o metales pesados, afectando gravemente la calidad y restringiendo su uso, lo que

implica contar con un adecuado sistema de tratamiento que mejore las condiciones para el consumo humano. Sin embargo, de acuerdo a lo diagnosticado en los acueductos rurales del Valle del Cauca esta situación conlleva al incremento de los costos de potabilización, y el presupuesto que manejan los acueductos no es suficiente para mejorar la calidad del agua, ni para aplicar medidas de protección y conservación de la cuenca aguas arriba.

En la mayoría de los acueductos se desconocen los aspectos ambientales que afectan a los procesos de captación y que inciden directamente en la eficiencia de los procesos de potabilización y la salud de las personas. Es evidente que la calidad del agua que suministran los acueductos rurales incide en la salud pública, a pesar de no encontrarse correlación con los reportes de EDA. Se considera que en la mayoría de los casos, las personas no reportan

las enfermedades asociadas y los controles que realiza la secretaría de salud a los acueductos, no son riguroso ni frecuentes. Aunque la Resolución 2115 de 2007 establece un control de los acueductos, en la mayoría de los rurales esta legislación no se cumple. Finalmente, este estudio encontró falencias en la administración, vigilancia y supervisión de los acueductos rurales y considera importante plantear estrategias de monitoreo eficiente a nivel de salud pública.

Agradecimientos

A los acueductos rurales del Valle de Cauca, especialmente sus fontaneros y juntas administradoras por la información suministrada. Al programa SENNOVA del Servicio Nacional de Aprendizaje, quien a través de la financiación de proyectos permitió el desarrollo de la presente investigación.

Referencias bibliográficas

Ávila de Navia. S.; Estupiñan. S. (2012). Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. *Rev Cubana Hig Epidemiol*, 50 (2), 163-168. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032012000200004&lng=es&tln=es.

Briñez A., K. J., Guarnizo G., J. C., & Arias V., S. A. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Revista Facultad Nacional De Salud Pública*, 30(2), 175-182. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.11679>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2014). Estudio Nacional de Agua. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua>

Instituto Nacional de Salud. (2014). Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua Para Consumo Humano <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2015%20Estado%20de%20la%20vigilancia%20de%20la%20calida%20del%20agua%202014.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social (2007). Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007. Por medio de la cual se señalan

características, instrumentos básicos y frecuencia del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/2115%20-%202007.pdf>

Martínez Rodríguez, J. B. (2003). El concepto de garantía en las redes de suministro de agua potable. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Editorial Universitaria de la República de Cuba. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GAL+E%7CA146273554&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=16800338&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7E77438804&aty=open-web-entry>

Mejía, A., Castillo, O., & Vera, R. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina. Agua para el desarrollo, Bogotá*. CAF - Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/918>

Méndez, J. O. M. (2020). Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en Colombia. *Revista de ingeniería*, (49), 28-37.

Ordóñez, J. I. (2020). El agua y el sector rural en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (49), 10-17. <https://doi.org/10.16924/revinge.49.3>

Reyes-Gómez, U., Reyes-Hernández, K. L., Santos-Calderón, L. A., Luévanos-Velázquez, A., Guerrero-Becerra, M., Martínez-Arce, P.

A., de-Lara-Huerta, J., Santamaría-Arza, C., Quero-Hernández, A., & López-Cruz, G. (2018). Enfermedad diarreica aguda en niños. Revista Salud Quintana Roo Gob, 11(40), 34-41. <https://salud.qroo.gob.mx/revista/images/revista40/5.%20ENFERMEDAD%20DIARREICA%20AGUDA.pdf>

SuazaArboleda, U. A., García Álvarez, J. A., & Amaya Ospina, C. F. (2017). Los acueductos como medio para potencializar el desarrollo en las comunidades rurales en Colombia (Doctoral dissertation, Posgrado).

Unidad ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca (UESVALLE) (2013). Informe de gestión sobre el Estado de la Calidad del Agua del Valle del Cauca 2012 - 2013. Santiago de Cali. Colombia. Disponible en: http://www.uesvalle.gov.co/INFORM_GESTION_2013.PDF.