

Revista Sextante

ISSN : 2665-3923

Vol: 21 No: 01 (2019)

Calidad del agua potable: un caso de estudio hacia el desarrollo humano sostenible, municipio de María La Baja, Colombia

¹Rafael Fernando Oyaga Martínez, ²Ligia Cielo Romero Marín, ³Jairo Antonio Enamorado Estrada

^{1,2}Facultad de Derecho, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia

³Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia

Article History

Received Dec, 18th, 2019

Accepted Dec, 19th, 2019

Published Dec, 25th, 2019



© 2019 The Authors. This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Abstract

Este estudio tuvo por objetivo evaluar la calidad del agua en el municipio de María La Baja, Colombia. Se consideraron parámetros físico – químicos y microbiológicos, tales como potencial de hidrógeno (pH), temperatura, color, turbiedad, oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO5), dureza y presencia de E. Coli. La toma de datos se realizó en seis puntos de la localidad estudiada y se hizo acorde a lo planteado por la Standard Methods. Se pudo concluir que el agua provista a la comunidad por el sistema de acueducto de María La Baja no posee tratamiento y tiene presencia de coliformes fecales (E. coli), así como valores de turbiedad, color aparente y DBO5 por fuera de lo estipulado por la normativa colombiana, representando un riesgo para la salud de las personas. Se sugiere la pronta puesta en marcha de la planta de tratamiento del sistema de acueducto, procesos de seguimiento de la calidad del agua mejor estructurados y el replanteamiento de la estructura tarifaria y la administración de los cobros, de forma que se pueda ofrecer un servicio de calidad a la comunidad.

Keywords: Agua potable, Calidad del agua, Coliformes, Normatividad, Salud

INTRODUCTION

El acceso a agua potable segura constituye una condición fundamental para la protección de la salud, el bienestar de las comunidades y el desarrollo humano sostenible. El agua no solo cumple funciones indispensables para la supervivencia, sino que también participa en actividades domésticas, productivas, educativas y sanitarias. Por esta razón, la calidad del agua suministrada a la población debe cumplir criterios físicos, químicos y microbiológicos que reduzcan los posibles riesgos derivados de su consumo. La problemática de calidad del agua continúa siendo especialmente importante en municipios rurales y territorios donde la infraestructura de abastecimiento y tratamiento presenta limitaciones. En estos contextos, contar con un sistema de acueducto no necesariamente significa disponer de agua segura. La ausencia de procesos de potabilización, desinfección, mantenimiento y vigilancia puede permitir que contaminantes presentes en la fuente de abastecimiento lleguen directamente a los hogares. La Organización Mundial de la Salud ha señalado que el agua destinada al consumo debe cumplir condiciones que minimicen la posibilidad de transmisión de agentes infecciosos y exposición a sustancias potencialmente perjudiciales. Dentro de la vigilancia sanitaria, los microorganismos indicadores desempeñan un papel esencial. La identificación de *Escherichia coli* constituye una evidencia relevante de contaminación fecal y señala la posibilidad de que otros microorganismos patógenos estén presentes. Además del componente microbiológico, la evaluación de la calidad del agua requiere analizar parámetros físico-químicos. Entre ellos, el pH, la temperatura, el color, la turbiedad, el oxígeno disuelto, la conductividad y los sólidos disueltos permiten caracterizar diferentes propiedades del recurso hídrico. Por su parte, la demanda química de oxígeno y la demanda

biológica de oxígeno permiten valorar indirectamente la presencia de materia orgánica y las condiciones de degradación existentes. El municipio de María La Baja, en el departamento de Bolívar, constituye un escenario especialmente relevante para estudiar estas condiciones. La población depende del sistema local de abastecimiento de agua para satisfacer una parte importante de sus necesidades cotidianas. Cuando el agua suministrada no recibe un tratamiento apropiado, el riesgo sanitario puede incrementarse considerablemente. Desde una perspectiva de desarrollo sostenible, la problemática no debe limitarse únicamente al cumplimiento de normas técnicas. La calidad del agua está directamente relacionada con derechos fundamentales, salud pública, reducción de desigualdades, educación, productividad y condiciones dignas de vida. Por ello, el presente estudio resulta relevante al analizar la calidad del agua en seis puntos de María La Baja mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Los resultados permiten identificar problemas de cumplimiento normativo y generar recomendaciones destinadas a fortalecer la infraestructura, vigilancia, tratamiento y administración del sistema de acueducto.

Calidad del agua potable y desarrollo humano sostenible

El concepto de calidad del agua hace referencia al conjunto de características que determinan su idoneidad para un determinado uso. En el caso del consumo humano, estas características deben garantizar que el agua pueda utilizarse sin producir riesgos significativos para la salud. El acceso a agua potable posee una fuerte dimensión social. Cuando una comunidad carece de agua segura, los hogares pueden verse obligados a recurrir a fuentes alternativas, comprar agua embotellada o aplicar tratamientos domésticos. Estas soluciones pueden generar costos adicionales que afectan de manera desproporcionada a las familias con menores ingresos. La disponibilidad de agua segura también influye en la educación. Las enfermedades gastrointestinales asociadas con agua contaminada pueden aumentar el ausentismo escolar y afectar el desempeño de niños y adolescentes. En el ámbito laboral, las enfermedades transmitidas por agua pueden producir pérdida de jornadas de trabajo, reducción de ingresos y mayores gastos médicos. Por consiguiente, mejorar la calidad del agua genera beneficios que van más allá de la infraestructura sanitaria. El desarrollo humano sostenible implica garantizar que las generaciones presentes puedan satisfacer sus necesidades sin comprometer las posibilidades futuras. Desde esta perspectiva, la gestión del agua debe combinar disponibilidad, calidad, accesibilidad, equidad y protección de las fuentes. Una política sostenible de abastecimiento requiere además fortalecer las instituciones responsables del servicio. Las plantas de tratamiento necesitan personal capacitado, recursos financieros, mantenimiento, insumos y programas permanentes de vigilancia. Sin estos elementos, una inversión inicial en infraestructura puede perder efectividad con el tiempo.

Parámetros físico-químicos de la calidad del agua

Los parámetros físico-químicos proporcionan información sobre las características del agua y permiten identificar posibles alteraciones que afectan su uso para consumo humano. El **pH** expresa el grado de acidez o alcalinidad del agua. Este parámetro es relevante porque influye en procesos de corrosión, desinfección y estabilidad química.

La **temperatura** puede influir en la actividad microbiológica y en distintas reacciones químicas. El **color aparente** refleja la presencia de sustancias disueltas y suspendidas que modifican el aspecto del agua. Aunque no todas las alteraciones de color implican toxicidad, pueden indicar contaminación y reducir la aceptación del agua por parte de los consumidores. La **turbiedad** constituye uno de los indicadores más importantes dentro de los sistemas de tratamiento. Está asociada con la presencia de partículas suspendidas como arcillas, materia orgánica, sedimentos y microorganismos. Una turbiedad elevada puede reducir la eficiencia de la desinfección porque algunas partículas pueden proteger microorganismos frente a los agentes desinfectantes. Los **sólidos disueltos totales** permiten estimar el contenido global de determinadas sustancias minerales presentes en el agua. La **conductividad** se relaciona con la concentración de iones y puede ofrecer información indirecta sobre la mineralización. El **oxígeno disuelto** permite analizar determinadas condiciones ambientales y procesos biológicos. La **demanda química de oxígeno** representa la cantidad de oxígeno equivalente necesaria para oxidar químicamente determinadas sustancias presentes. La **demanda biológica de oxígeno a cinco días** mide el consumo de oxígeno asociado con la degradación biológica de materia orgánica biodegradable.

Finalmente, la **dureza** se relaciona principalmente con la concentración de calcio y magnesio.

Table 1 Parámetros utilizados en la evaluación de la calidad del agua

Parámetro	Tipo de indicador	Importancia
pH	Físico-químico	Determina acidez o alcalinidad
Temperatura	Físico	Influye en procesos biológicos y químicos
Color aparente	Físico	Indica presencia de sustancias disueltas o suspendidas
Turbiedad	Físico	Refleja partículas suspendidas
Oxígeno disuelto	Químico	Permite evaluar condiciones del agua
Sólidos disueltos	Químico	Representan sustancias disueltas

totales		
Conductividad	Químico	Indica concentración iónica
DQO	Químico	Estima materia susceptible de oxidación
DBO5	Biológico-químico	Indica carga orgánica biodegradable
Dureza	Químico	Asociada con calcio y magnesio
<i>E. coli</i>	Microbiológico	Indicador de contaminación fecal

Fuente: Elaboración propia con base en los parámetros descritos en el estudio.

Calidad microbiológica y presencia de *E. coli*

La evaluación microbiológica resulta indispensable dentro de cualquier análisis de agua destinada al consumo humano. Los microorganismos patógenos pueden provocar enfermedades gastrointestinales y otras infecciones, especialmente cuando el agua es consumida sin tratamiento. La detección directa de todos los microorganismos potencialmente peligrosos resulta técnica y económicamente difícil. Por esta razón, se utilizan microorganismos indicadores. Dentro de estos indicadores, *Escherichia coli* posee especial importancia debido a su asociación con contaminación fecal. Su presencia indica que el agua ha estado expuesta a materia fecal y que existe la posibilidad de encontrar otros microorganismos de importancia sanitaria. En el caso de María La Baja, la detección de *E. coli* representa uno de los resultados más preocupantes de la investigación. La contaminación puede originarse en diferentes puntos. Puede estar presente en la fuente de captación, incorporarse durante almacenamiento o aparecer posteriormente por deficiencias en las redes de distribución. Cuando el sistema no dispone de una planta de tratamiento funcional, las posibilidades de controlar estos riesgos disminuyen. La desinfección constituye una barrera crítica para reducir microorganismos. Sin embargo, este proceso es más efectivo cuando previamente se han controlado otros parámetros como turbiedad y materia orgánica. Por tanto, el tratamiento debe entenderse como un sistema integrado y no como una acción aislada. La población infantil, los adultos mayores y las personas con determinadas condiciones de vulnerabilidad pueden presentar mayores consecuencias ante la exposición a agua contaminada. En consecuencia, la presencia de *E. coli* debe considerarse una prioridad dentro de las acciones correctivas.

Evaluación del sistema de abastecimiento en María La Baja

La investigación realizó muestreos en seis puntos diferentes de la localidad.

La utilización de varios puntos permite identificar si las alteraciones se presentan de manera generalizada dentro del sistema o si se concentran en determinadas zonas. La calidad del agua puede variar considerablemente desde el punto de captación hasta el consumidor final. Durante este recorrido pueden ocurrir diferentes procesos de contaminación. Una fuente puede presentar inicialmente materia orgánica, sedimentos o microorganismos. Posteriormente, redes deterioradas, almacenamiento deficiente, baja presión o conexiones inadecuadas pueden incorporar nuevos contaminantes. Por esta razón, los programas de vigilancia deberían incluir tanto el agua de entrada como diferentes sectores de distribución. La toma y análisis de muestras realizada de acuerdo con procedimientos estandarizados fortalece la confiabilidad de los resultados. Los *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* representan una referencia técnica ampliamente utilizada para estos análisis. La correcta conservación de las muestras también posee gran importancia. Los recipientes, temperatura de transporte y tiempo transcurrido hasta el análisis pueden modificar los resultados si no son controlados. Los datos obtenidos en María La Baja muestran que el sistema presenta problemas importantes de calidad. La presencia de indicadores microbiológicos y parámetros físico-químicos fuera de los valores establecidos evidencia que no se trata únicamente de un problema relacionado con la apariencia del agua. Existe una dimensión sanitaria que requiere intervención.

Cumplimiento de la normativa colombiana

Colombia dispone de disposiciones destinadas a proteger y controlar la calidad del agua suministrada para consumo humano. Entre los principales instrumentos se encuentra el Decreto 1575 de 2007, que establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua. Asimismo, la Resolución 2115 de 2007 determina características, instrumentos y frecuencias relacionadas con la vigilancia y control. Estas disposiciones permiten comparar los resultados obtenidos mediante análisis de laboratorio con los valores aceptables establecidos para diferentes parámetros. El cumplimiento normativo representa una herramienta fundamental para proteger a los consumidores. Cuando un parámetro excede los valores permitidos, la respuesta no debería limitarse a registrar el incumplimiento. Es necesario identificar las causas y establecer acciones correctivas. En María La Baja, los resultados señalados en el estudio indican valores de turbiedad, color aparente y DBO5 por fuera de lo establecido. Estos resultados se combinan con la presencia de *E. coli*. La existencia simultánea de problemas microbiológicos y físico-químicos aumenta la necesidad de una intervención integral. Una alta turbiedad, por ejemplo, puede limitar la eficiencia de la desinfección.

Al mismo tiempo, una DBO5 elevada puede indicar presencia significativa de materia orgánica biodegradable. La aplicación de normas debe acompañarse de monitoreo continuo. Una muestra aislada puede proporcionar información valiosa, pero la vigilancia de la calidad exige establecer tendencias a lo largo del tiempo. Por ello, un sistema eficiente debería realizar análisis periódicos y mantener registros confiables.

Tratamiento y gestión del sistema de acueducto

La principal recomendación derivada de los resultados corresponde a la pronta puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento. El tratamiento de agua requiere una serie de procesos que dependen de las características específicas de la fuente. En un sistema convencional pueden incluirse coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. La **coagulación** favorece la agregación de partículas muy pequeñas. La **floculación** permite la formación de partículas de mayor tamaño. La **sedimentación** facilita la separación de estos materiales.

La **filtración** elimina partículas restantes. Finalmente, la **desinfección** reduce microorganismos capaces de generar enfermedades. La correcta aplicación de estos procesos podría contribuir a reducir varios de los problemas identificados en María La Baja. Sin embargo, la construcción o puesta en marcha de infraestructura debe acompañarse de una estrategia operativa. Es necesario garantizar suministro continuo de insumos, mantenimiento preventivo, capacitación del personal y vigilancia de parámetros críticos. Otro elemento destacado en el estudio corresponde a la estructura tarifaria y la administración de cobros. La sostenibilidad financiera del sistema constituye un factor decisivo para mantener el servicio. Si los ingresos no permiten cubrir costos de tratamiento, mantenimiento y monitoreo, pueden aparecer nuevamente problemas de calidad. Al mismo tiempo, la estructura tarifaria debe considerar la capacidad económica de la población. El desafío consiste en combinar sostenibilidad financiera con acceso equitativo. La participación comunitaria también puede contribuir al fortalecimiento del sistema. Informar a los usuarios sobre los resultados de calidad puede aumentar la confianza y facilitar la adopción de prácticas preventivas.

Relación entre agua, salud y sostenibilidad

La calidad del agua constituye uno de los vínculos más claros entre ambiente y salud humana. Un sistema hídrico contaminado puede convertirse rápidamente en un problema sanitario. Cuando las fuentes de agua reciben descargas domésticas, agrícolas o industriales sin control, aumenta el costo necesario para producir agua segura.

Por esta razón, el tratamiento no debería constituir la única estrategia. La protección de las fuentes debe formar parte integral de la gestión. Reducir la contaminación aguas arriba puede disminuir considerablemente la presión sobre las plantas de tratamiento. La sostenibilidad también exige considerar las condiciones ambientales que afectan la disponibilidad de agua. Cambios en el uso del suelo, deforestación y variabilidad climática pueden alterar la cantidad y calidad del recurso. En este sentido, la planificación municipal debería vincular gestión del agua potable, ordenamiento territorial y protección ambiental. Los beneficios de estas acciones pueden extenderse a diferentes sectores. El agua de mejor calidad reduce riesgos sanitarios, fortalece la productividad y contribuye al bienestar general de la población.

Discusión

Los resultados de la investigación evidencian una situación que requiere atención prioritaria por parte de las autoridades responsables del abastecimiento de agua. La ausencia de tratamiento representa una debilidad estructural del sistema. Cuando el agua captada no atraviesa procesos suficientes de potabilización, los contaminantes presentes pueden permanecer hasta llegar al consumidor. La identificación de *E. coli* constituye una evidencia especialmente significativa. Este resultado señala contaminación fecal y demuestra que las barreras sanitarias actuales no son suficientes. A ello se añaden valores inadecuados de turbiedad y color aparente. Estas alteraciones pueden afectar la percepción del consumidor y, más importante todavía, pueden estar asociadas con partículas y materia orgánica. La presencia de una DBO5 superior a los valores establecidos refuerza la evidencia de carga orgánica en el agua. Los resultados deben interpretarse de manera conjunta. No resulta suficiente solucionar cada parámetro de manera independiente. La calidad microbiológica, la turbiedad y la materia orgánica se encuentran relacionadas con el diseño y funcionamiento del tratamiento. Los resultados también ponen de manifiesto la importancia de fortalecer la gestión institucional. La construcción de infraestructura no garantiza por sí misma la sostenibilidad del servicio. Es necesario establecer responsabilidades claras, fuentes de financiación, sistemas de vigilancia y mecanismos de mantenimiento. La comunicación con la comunidad constituye otro elemento importante. Los habitantes necesitan conocer la calidad del agua que consumen y comprender las recomendaciones temporales de manejo cuando existen problemas sanitarios. Desde una perspectiva de desarrollo humano, mejorar el sistema de abastecimiento representa una inversión en salud y bienestar.

Summary

El estudio evaluó la calidad del agua suministrada en el municipio de María La Baja, Colombia, mediante parámetros físico-químicos y microbiológicos. La investigación incluyó pH, temperatura, color, turbiedad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, conductividad, DQO, DBO5, dureza y presencia de *E. coli*. Las muestras fueron

recolectadas en seis puntos de la localidad siguiendo procedimientos metodológicos estandarizados. Los resultados muestran deficiencias relevantes en el sistema de abastecimiento. La presencia de *E. coli* indica contaminación fecal y representa un riesgo importante para la salud. Asimismo, la turbiedad, el color aparente y la DBO5 presentaron valores fuera de lo señalado por la normativa colombiana. Estos resultados evidencian que la ausencia de tratamiento adecuado constituye un problema estructural. La pronta puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento podría mejorar significativamente la calidad del agua. No obstante, esta medida debe complementarse con programas permanentes de monitoreo, capacitación de operadores y mantenimiento. La sostenibilidad financiera del servicio también requiere revisar la estructura tarifaria y los mecanismos de administración de cobros. Desde la perspectiva del desarrollo humano sostenible, garantizar agua segura contribuye a proteger la salud, disminuir desigualdades y fortalecer las condiciones de vida de la población. Por tanto, las soluciones deben integrar dimensiones técnicas, institucionales, financieras, ambientales y sociales.

Referencias

- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). APHA Press.
- Bartram, J., & Ballance, R. (Eds.). (1996). *Water quality monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. E & FN Spon.
- Craun, G. F., Brunkard, J. M., Yoder, J. S., Roberts, V. A., Carpenter, J., Wade, T., Calderon, R. L., Roberts, J. M., Beach, M. J., & Roy, S. L. (2010). Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3), 507–528.
- Edberg, S. C., Rice, E. W., Karlin, R. J., & Allen, M. J. (2000). *Escherichia coli*: The best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 106S–116S.
- Fewtrell, L., & Bartram, J. (Eds.). (2001). *Water quality: Guidelines, standards and health*. IWA Publishing.
- Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Resolución 2115 de 2007: Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. República de Colombia.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). World Health Organization.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. World Health Organization.
- Payment, P., & Locas, A. (2011). Pathogens in water: Value and limits of correlation with microbial indicators. *Ground Water*, 49(1), 4–11.
- Presidencia de la República de Colombia. (2007). *Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano*. República de Colombia.
- UNICEF & World Health Organization. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017: Special focus on inequalities*. UNICEF and WHO.
- World Health Organization. (2019). *Water, sanitation, hygiene and health: A primer for health professionals*. World Health Organization.