

Análisis Microbiológico Del Agua En Instituciones Educativas De Aguachica

Análisis Microbiológico Del Agua En Instituciones Educativas De Aguachica

Recibido: 10 de enero del 2025

Aprobado: 12 de junio del 2025

publicación: 01 de septiembre de 2025

Forma de citar: D. Lozano Rivera, M. X. Hernández Espinosa, L. D. Serrano Serrano, and L. C. Rodríguez Barbosa, "Análisis microbiológico del agua en instituciones educativas de aguachica", Mundo Fesc, vol. 15, no. 33, pp. 57-72 Sep. 2025, doi: 10.61799/2216-0388.1998.

Dagoberto Lozano Rivera.



Magister en Gerencia Empresarial,
Universidad Rafael Bellosó Chacín, URBE, Venezuela.
Docente Asistente. de la Universidad Popular del Cesar,
dlozanor@unicesar.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-1294-196X>
Cesar-Colombia.

Mónica Ximena Hernández Espinosa.



Estudiante de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad Popular del Cesar,
mxhernandez@unicesar.edu.co
<https://orcid.org/0009-0002-6472-9469>
Cesar - Colombia.

Luz Dary Serrano Serrano.



Estudiante de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad Popular del Cesar,
ldserrano@unicesar.edu.co
<https://orcid.org/0009-0009-9258-5061>
Cesar - Colombia.

Luis Carlos Rodríguez Barbosa.



Magister en Pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible,
Universidad Popular del Cesar.
Docente Asistente. de la Universidad Popular del Cesar,
lcarlosrodriguez@unicesar.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-5595-7668>
Cesar-Colombia.

***Autor para correspondencia:**

Email: dlozanor@unicesar.edu.co



Análisis Microbiológico Del Agua En Instituciones Educativas De Aguachica

Palabras clave: Análisis microbiológico, Agua, Potabilidad, Microorganismos, Salud.

Resumen

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis microbiológico del agua en instituciones educativas de Aguachica, Cesar, en Colombia, con el fin de hacer la determinación de sus niveles de potabilidad, o, por el contrario, verificar la presencia de microorganismos patógenos que pudieran dañar la salud de los actores educativos. En el desarrollo del estudio se constató la necesidad de hacer una evaluación de la calidad del agua, y del riesgo sanitario; ello, porque el estado del agua, almacenada en pozos y tanques, sin sistema de potabilidad automático, puede incidir en la presencia de microorganismos en el agua de consumo. Sobre los materiales y métodos utilizados para la ejecución de la investigación, se optó por usar una metodología mixta, donde se integran métodos cualitativos y cuantitativos. La investigación es de tipo descriptiva con alcance exploratorio y diseño flexible, utilizando una diversidad de técnicas metodológicas para la comprobación de datos. En el estudio se evidenció la presencia de *Escherichia coli*, aerobios mesófilos y coliformes, como agentes patógenos existentes en los recipientes de almacenamiento de agua potable, por lo que se concluyó que esto representa un riesgo sanitario para la población educativa, debido a la presencia de microorganismos causantes de enfermedades de origen hídrico. Con base en lo planteado, se evidencia la necesidad de sensibilizar a directivos y demás miembros de la comunidad educativa, sobre todo, padres y representantes de los estudiantes, para realizar campañas internas y externas, donde se enfatice en la importancia de la calidad del agua para evitar la transmisión de enfermedades, debiendo orientar acciones gerenciales, administrativas y técnicas para lograr un almacenamiento adecuado del agua y asumir las buenas prácticas de higiene.

Microbiological Analysis Of Water In Educational Institutions In Aguachica

Abstract

The objective of this study was to conduct a microbiological analysis of water in educational institutions in Aguachica, Cesar, Colombia, in order to determine its potability levels or, conversely, verify the presence of pathogenic microorganisms that could harm the health of educational stakeholders. During the course of the study, the need for an assessment of water quality and health risk was identified, as the state of the water, stored in wells and tanks without an automatic drinking water system, can influence the presence of microorganisms in drinking water. Regarding the materials and methods used for the research, a mixed methodology was chosen, integrating qualitative and quantitative methods. The research was descriptive, exploratory, and flexible in design, utilizing a variety of methodological techniques for data verification. The study revealed the presence of *Escherisia coli*, mesophilic aerobes, and coliforms as pathogens in drinking water storage containers. It was concluded that this represents a health risk to the school population due to the presence of microorganisms that cause waterborne diseases. Based on the above, there is a clear need to raise awareness among administrators and other members of the educational community, especially parents and student representatives, to conduct internal and external campaigns emphasizing the importance of water quality in preventing disease transmission. This campaign should guide managerial, administrative, and technical actions to ensure proper water storage and adopt good hygiene practices.

Keywords: Microbiological analysis, Water, Potability, Microorganisms, Health.

Introducción

El acceso al agua y su saneamiento se ha constituido en una condición incierta e insegura a nivel global por no haber sistematizado los principales componentes y las dinámicas que deben conformar su gobernanza en algunos países, tomando en cuenta las condiciones geo-económicas necesarias en cada región. Tales problemáticas, como lo expresa Abbondanzieri, lejos de circunscribirse, como se ha hecho de forma errónea, a asuntos domésticos, representan un desafío que afecta a todos los actores internacionales [1].

De allí, que las problemáticas suscitadas en torno al agua y al saneamiento requieren un marco jurídico preciso que incluya procesos y procedimientos indispensables a su potabilidad y consecuente consumo humano, por estar estrechamente asociadas con las dimensiones de subsistencia y seguridad de las poblaciones [2]; lo que ha formado parte de las agendas públicas prácticamente desde el origen de los conglomerados humanos-, debiendo asumirse en agendas globales.

Así, durante este período, además de las convocatorias plenarias, se han llevado a cabo múltiples reuniones técnicas a nivel internacional, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), las cuales alimentan el desarrollo de marcos normativos y de financiamiento, reflejando el compromiso continuo de la comunidad internacional de dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y a la Década Internacional para la Acción, “Agua para el Desarrollo Sostenible”, entre otros mandatos.

Con el inicio del siglo XXI el debate internacional incorporó, a partir del planteamiento que formuló la ONU sobre los Objetivos del Milenio, un instrumento para guiar las alianzas de cooperación que debían cumplirse antes de 2015. No obstante, su obligación de cumplimiento, si bien está marcada por todos los países contratantes, no ha resultado suficiente para generar el saneamiento del agua a ser consumida por el hombre, aun cuando proliferan sistemas jurídicos que abordan sistemas novedosos y únicos para la consecución de tales fines.

En relación con este tema, en países como Inglaterra y Estados Unidos se contempla la vigilancia de parásitos, y únicamente para el caso de aguas subterráneas se emplean los polifagos como indicadores de posibles virus patógenos de origen fecal. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), [4] para el año 2021 más de 2 000 millones de personas residían en lugares con limitaciones significativas de agua, una situación que podría agravarse en varias regiones debido al crecimiento poblacional y a los efectos del cambio climático. Asimismo, para 2022 se estimaba que al menos 1 700 millones de personas consumían agua proveniente de fuentes contaminadas con materia fecal. Esta situación es crítica, ya que la presencia de heces en el agua potable constituye el principal factor de riesgo asociado a la contaminación microbiana.

En Colombia, el acceso al agua potable y a servicios adecuados de saneamiento aún no está plenamente asegurado para una parte importante de la población, situación que ha sido confirmada por diversos estudios que evidencian la necesidad de evaluar la calidad microbiológica del recurso hídrico. Dichas evaluaciones deberían contemplar el análisis de bacterias, virus y parásitos; no obstante, las regulaciones de cada país difieren y, en la mayoría de los casos, se limitan a exigir el monitoreo de bacterias como los coliformes y *Escherichia coli*. Esta última es

ampliamente utilizada como indicador debido a su frecuente aparición en aguas contaminadas [5] y a que se clasifica como un bacilo aerobio Gram negativo, no esporulado, que produce enzimas como β -galactosidasa y α glucuronidasa. Por estas razones, y en función de la protección de la salud pública, en Colombia la calidad microbiológica del agua para consumo se regula mediante el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007, mientras que el control del agua residual se rige por el Decreto 1594 de 1984 [6].

Es pertinente mencionar que, según lo establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial junto con el Ministerio de Protección Social en el Decreto 1575 de 2007, el análisis microbiológico del agua corresponde a los procedimientos que realizan los laboratorios sobre una muestra destinada al consumo humano, con el fin de determinar si existen microorganismos, así como identificar su naturaleza y la cantidad presente en ella [6]. En este contexto, tipifica estos análisis como: 1. Análisis básicos, que es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y *Escherichia coli*, y 2. Los Análisis complementarios.

Si bien la legislación ha sido específica, los resultados no siempre son eficaces ni satisfactorios; en muchos casos se observa la ausencia de la potabilidad del agua, trayendo como consecuencia un sinnúmero de enfermedades, pudiendo estas llegar a niveles de endemia o epidemia, lo que generaría un mayor descontrol por parte del estado en la materia; observándose en este sentido la necesidad de implementar medidas preventivas y/o medidas de atención sanitaria para el logro de la salud, el bienestar individual y colectivo, en todos los espacios de vivienda, y en todos aquellos escenarios organizacionales (educativos, empresariales, institucionales, culturales, sociales), donde exista afluencia de personas en riesgo de contaminación por la falta de potabilidad del agua.

En el caso de las instituciones educativas en Colombia, tanto urbanas como rurales, el Laboratorio de Economía de la Educación (LEE) de la Pontificia Universidad Javeriana.[7], en el Informe No. 98. Calidad Educativa en Zonas Rurales de Colombia: Un Camino por Recorrer, considera que de acuerdo con las proyecciones poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en 2023 en Colombia hay 13.631.928 personas en edad escolar (personas entre los 5 y 21 años), de quienes el 26.7% (equivalente a 3.639.736 personas) habitan en zonas rurales. Sin embargo, este último grupo cuenta con menores oportunidades educativas a las que pueden acceder los niños, niñas y adolescentes en las zonas urbanas. Sobre el particular, se resalta que la educación rural presenta necesidades estructurales, destacando que, de las 55.889 sedes educativas del país, un 67% se localiza en áreas rurales, lo que equivale a considerar un 33% de la población educativa en sedes urbanas [7].

A nivel de bienestar escolar, según el Informe mencionado [7], preocupa el tema del entorno y acceso a servicios de salud en ambos escenarios, urbanos y rurales. Hay deficiencias en infraestructura y servicios básicos como electricidad, agua potable e internet. El 15,5% de las sedes educativas no tiene acceso a electricidad, y en regiones como Vichada y La Guajira, este porcentaje puede alcanzar el 68%.

Esta misma situación se observa en entidades educativas ubicadas en Aguachica, Cesar, donde el servicio al agua potable es escaso, mucho más cuando la mayoría de las instituciones educativas mantienen el agua para consumir en depósitos, almacenadas en pozos y tanques, sin el conveniente tratamiento que permita su potabilidad.

De allí que el objetivo de este estudio fue realizar un análisis microbiológico del agua en instituciones educativas de Aguachica, con el fin de hacer la determinación de sus niveles de potabilidad, o, por el contrario, verificar la presencia de microorganismos patógenos que pudieran dañar la salud de los actores educativos. Con el presente examen, realizado a partir de pruebas microbiológicas, será posible detectar si el agua es apta para el consumo humano, o si se requiere producir cambios importantes.

Cabe destacar en este apartado que el monitoreo de la calidad de agua resulta absolutamente relevante según las metas e indicadores del desarrollo sostenible, correspondientes a su disponibilidad, su accesibilidad, y que esté libre de contaminación fecal y química. Al respecto, González et al. [8] consideran que existe escasa información sobre la calidad del agua. De allí la necesidad de hacer la evaluación fisicoquímica del agua que abarque variables como la turbidez, conductividad eléctrica, pH, total de sólidos disueltos y potencial de oxidación; debiendo a la vez realizar el examen microbiológico que contemple la evaluación del *Escherichia Coli*, coliformes termotolerantes y fecales, como lo exige el Ministerio de Salud de Colombia [9].

Asimismo, la norma ISO [10] y otros organismos autorizados, a través de diferentes nomenclaturas acreditan la potabilidad del agua a partir de algunos parámetros y técnicas utilizadas en los laboratorios para el análisis microbiológico del agua. Así, implementan diversas pruebas nombradas como la detección y recuento de Legionella en agua mediante la norma UNE 11731.

Para realizar estas pruebas microbiológicas se realizan Medios de cultivo, como el Método de filtración por membrana, donde inicialmente se usó como medio de cultivo el agar bilis rojo violeta (agar VRB) [11], el medio de cultivo Plate Count Agar (Standard Methods Agar) y el tipo de agar Condalab, el cual contiene sustratos que permiten la reacción con enzimas específicas, además de facilitar la identificación de *E. Coli* debido a su característico color (azul o violeta), además del Cultivo en agar MacConkey.

Otros parámetros microbiológicos están referidos a los aerobios (verificando la fiabilidad del agua a partir de la aplicación de la norma ISO 6222), y otros parámetros como Coliformes y *E.coli*, *Pseudomona*, *Staphylococcus*, *Enterobacterias*, *Clostridium*, huevos nematodos, *Salmonella*, parásitos y protozoos, coliformes fecales. Con ello, y algunos ensayos de inter laboratorios, es posible realizar aseguramientos de la calidad a través de medios de cultivo y técnicas de análisis, siendo posible también calibrar y verificar todos los equipos utilizados. Igualmente deben realizarse controles de limpieza, tanto en superficies como ambientales, pudiendo también buscar el refrendo de la Entidad Nacional de Acreditación en España, ENAC 17025 y la ISO 9001.

Sobre el particular, también ha de considerarse que los agentes patógenos, clasificados en diversos tipos -bacterias, parásitos, virus, entre otros-, pueden transmitirse a través del consumo de agua contaminada. La diversidad de agentes patógenos existe y es diversa, dependiendo de factores variables como el aumento de poblaciones de personas y animales, además del incremento del uso de aguas residuales, los hábitos de la población o de las intervenciones médicas, las migraciones, los traslados y viajes de la población, y presiones selectivas que favorecen la aparición de agentes patógenos nuevos o mutantes, o de recombinaciones de los agentes patógenos existentes.

Materiales y métodos

Para la ejecución de investigación se optó por usar una metodología mixta, donde se integran métodos cualitativos y cuantitativos [12], desde el enfoque cuantitativo se busca identificar los rasgos, características o factores de la variable [13] y desde el enfoque cualitativo busca dar un punto de vista fresco y natural de los fenómenos, basado en la lógica y en el proceso inductivo para la generación de perspectivas teóricas [14], es así que por un lado, en cuanto al componente o enfoque cuantitativo, se realizaron pruebas microbiológicas al agua en instituciones educativas públicas del municipio de Aguachica, Cesar, a las cuales se les dio un tratamiento estadístico para evidenciar sus resultados. Asimismo, se seleccionó la técnica de la encuesta y se diseñó un instrumento, aplicado a estudiantes de las instituciones seleccionadas, con lo cual se pretende conocer la percepción de los estudiantes sobre la calidad del agua que las instituciones les brinda, además de conocer el manejo y uso de la misma [15]. Además, para el componente o enfoque cualitativo se hizo un guion de entrevista y se aplicó a un ente encargado de las instituciones [16].

A la vez, esta investigación es de tipo descriptiva con alcance exploratorio, y diseño flexible, utilizando una diversidad de técnicas metodológicas de acuerdo con las necesidades de comprobación de datos existentes en el estudio. Esto se debe a que con las pruebas microbiológicas realizadas se busca describir el estado del agua en la parte microbiológica. Por otra parte, la selección de la muestra fue intencional no probabilístico [17], seleccionando intencionalmente esa población con base en dos criterios: el uso del agua para el consumo, y el conocimiento experiencial que tienen de ella.

De igual manera, se seleccionaron un total de nueve puntos de efluente de agua en dos instituciones educativas públicas del municipio, donde en cada punto se tomaron 3 muestras, para así obtener un total de veintisiete (27) muestras en la primera toma; y en una segunda toma, ocho (8) días posteriores a la primera toma, se realizó una muestra por punto; esto con el fin de que la información obtenida pudiese ser corroborada, para así finalmente realizar un total de 36 muestras.

En cuanto a la recolección de especímenes y período de muestreo, para la toma de muestras se preseleccionaron los puntos donde se tomaron las muestras, puntos donde los estudiantes tenían mayor facilidad de acceso a estos efluentes. Para la recolección de las muestras fueron necesarios bolsas de 100ml Whirl-Pak® con Tiosulfato [18], las cuales se transportaron hasta el laboratorio químico de la Universidad Popular del Cesar (UPC), seccional Aguachica para su posterior análisis y presuntos resultados, mediante el método de filtración por membrana, donde inicialmente se usó como medio de cultivo el agar bilis rojo violeta (agar VRB) y el Plate Count Agar (Standard Methods Agar) [19], mientras que en la segunda toma de muestra se optó por un tipo de agar Condalab, ya que este contiene sustratos que permiten la reacción con enzimas específicas, además de facilitar la identificación de *E. Coli* debido a su característico color(azul o violeta).

Para la realización de los Análisis microbiológicos y la determinación de posibles microorganismos como *Escherichia coli*, aerobios mesófilos y coliformes totales, se usó el método de filtración por membrana, la cual es aceptada por la Resolución 2115 de 2007, con membranas de 0,45 micras. Donde se filtraron 100ml de las respectivas muestras de agua, posteriormente

ubicando la membrana en las cajas Petri con los respectivos agares mencionados anteriormente, incubando por 24 horas a 37°C en la incubadora.

Por otro lado, como se mencionó, para abordar el componente cuantitativo, también se realizaron un total de 100 encuestas distribuidas en jornada mañana y jornada tarde de la institución de educación secundaria [20], las cuales permitieron conocer la percepción de los estudiantes frente al agua que se distribuye en la institución, y asimismo el uso que estos le dan a este líquido, mientras que la encuesta realizada a un directivo permitió conocer el estado actual de los tanques de distribución de agua de las instituciones y la frecuencia de la limpieza y desinfección de los mismos, así como lo detalla Mora en su investigación realizada en instituciones de secundaria [21].

Resultados y discusión

En las instituciones educativas seleccionadas en este estudio fueron evaluados nueve puntos mediante análisis microbiológicos, empleando medios de cultivos específicos para así poder determinar la presencia de microorganismos patógenos, como los aerobios mesófilos, para lo cual se empleó el Agar SPC (Standard Plate Count), el agar bilis rojo violeta (VRB), para los coliformes totales y el Condalab Chromogenic para la identificación de la *Escherichia coli*; adicionalmente se realizó un cultivo en agar MacConkey, y un antibiograma aplicado al punto 2 con la finalidad de identificar un posible microorganismo y su perfil de sensibilidad en antibióticos.

La información obtenida es comparada con los límites permitidos en la resolución 2115 de 2007. En cuanto a los aerobios mesófilos ha de considerarse que, de acuerdo con la resolución anteriormente citada, se establece un límite máximo de UFC/ml de la muestra de agua potable, que en este caso sería un máx. de 100UFC/100ml de agua. Al realizar el conteo de estas colonias se pudo establecer que, 7 de los 9 puntos (77,8%) superan el límite máximo establecido por la norma, ya que los conteos oscilan entre 235 y 478 UFC/100ml y particularmente las muestras del punto 2 se pudieron observar entre 389 y 251 UFC/100ml en los muestreos, lo que indica una posible contaminación por bacterias heterótrofas.

Para el caso de los coliformes totales donde se usó como medio de cultivo el agar VRB se evidenció la posible presencia en 4 puntos, pero el punto 2 fue reportado como positivo en uno de los muestreos, indicando una posible contaminación de origen fecal o ambiental que pone en riesgo a los estudiantes, directivos y demás miembros del personal que tiene acceso al agua en estas instituciones educativas.

Así mismo, para el caso de la *Escherichia coli*, el cual es un indicador de contaminación por materia fecal, se pudo observar que, de 6/9 puntos de muestreo, tienen mayor relevancia los puntos 1,2,3 y 6 con colonias entre 76 - 469 UFC/100ml, superando los límites establecidos por el decreto 2115 de 2007, indicando un posible riesgo para los usuarios.

Por otro lado, en el aislamiento en MacConkey se observó que el punto 2 tenía una mayor presencia de colonias, por lo cual se procedió a realizar un análisis complementario y un antibiograma en este medio, donde se obtuvo la presencia de un microorganismo gramnegativo perteneciente a la familia de las enterobacterias llamado *Serratia marcescens* y la cual es poco

común en aguas potables, indicando que la calidad del agua suministrada en esta institución no cuenta con las condiciones de potabilidad de la misma, poniendo en riesgo a individuos inmunocomprometidos.

En el antibiograma se pudo determinar que este microorganismo es ampliamente resistente a diferentes antibióticos como a la ampicilina y cefalotina, estos resultados confirman que, la muestra del punto 2 incumple con los parámetros microbiológicos y que tiene presencia de microorganismos patógenos con alta resistencia antimicrobiana.

Para evidenciar los resultados indicados, se muestra la Tabla 1, la cual contempla los resultados microbiológicos por punto de muestreo.

Tabla 1.
Resultados microbiológicos por punto de muestreo

Leyenda:

AMP: Ampicilina **CEF:** Cefalotina.

Cada celda muestra los valores obtenidos en los tres *muestreos por punto (orden: 1 / 2 / 3)*, **No:** indica que no fue posible el conteo por crecimiento confluyente, **espacios en blanco:** a que las muestras se intercalaron entre agares, **muestra:** escogidas para inoculación agar MacConkey.

Por otra parte, mediante las encuestas realizadas a los estudiantes de instituciones educativas del municipio, con respecto a la Pregunta 1 se conoció que el 88% de los estudiantes usan principalmente el agua que se distribuye en las instituciones para el uso de lavado de manos, seguido de lavado de rostro o refrescarse con un 66%, mientras que un 24% de estos encuestados afirman que beben esta agua directamente del grifo y llenan botellas o termos en un 22%, tal como se evidencia en el Gráfico 1 que se anexa.

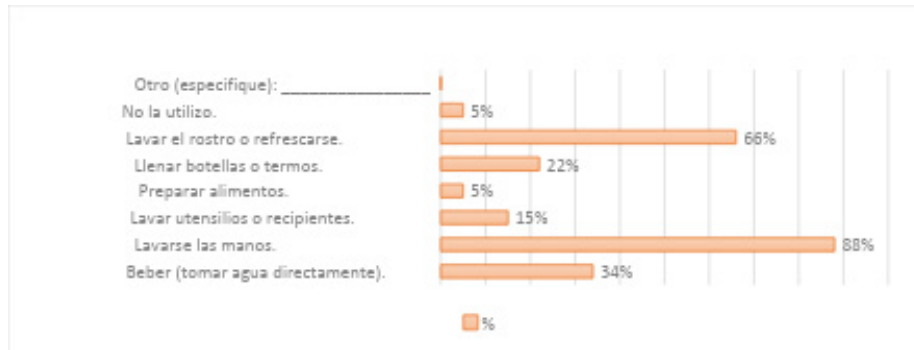


Gráfico 1.

¿Utiliza usted el agua que proporciona la institución para alguno de los siguientes fines?

Lo evidenciado indica una problemática respecto a la calidad del agua que se distribuye, ya que, al comparar los usos más comunes con los análisis microbiológicos, estos indican que esta agua no es potable, por lo cual no debe ser utilizada para el consumo humano, pues podría provocar afectaciones de salud principalmente en estudiantes, quienes son los principales consumidores de este líquido.

Por otro lado, con respecto a la formulación de la Pregunta 2, el 42% de los estudiantes afirmaron que no tienen conocimiento de donde proviene el agua que diariamente consumen en la institución; el 23% afirman que, si tienen conocimiento, mientras que el 34% restante no están seguros de donde proviene el líquido suministrado por la institución; resultados estos que se evidencian en el Gráfico 2 que se anexa.

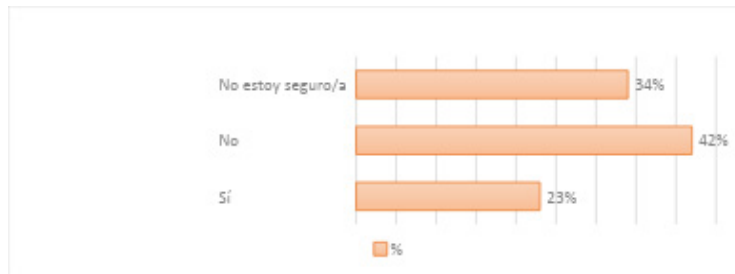


Gráfico 2.

¿Sabe de dónde proviene el agua que se usa en la institución?

Lo planteado permite deducir el desconocimiento de las fuentes que suministran el líquido a las instituciones, lo que vendría siendo parte del problema, y por el cual podrían verse afectados los estudiantes que beben esta agua sin las condiciones de calidad.

Por otra parte, con relación a la Pregunta 3, al responder los estudiantes sobre si consideraban que el agua suministrada era segura, el 42% de los encuestados respondieron que no, el 29% piensa que si es segura y el otro 29% simplemente no sabe; resultados estos que se evidencian en el Gráfico 3 que se muestra a continuación.

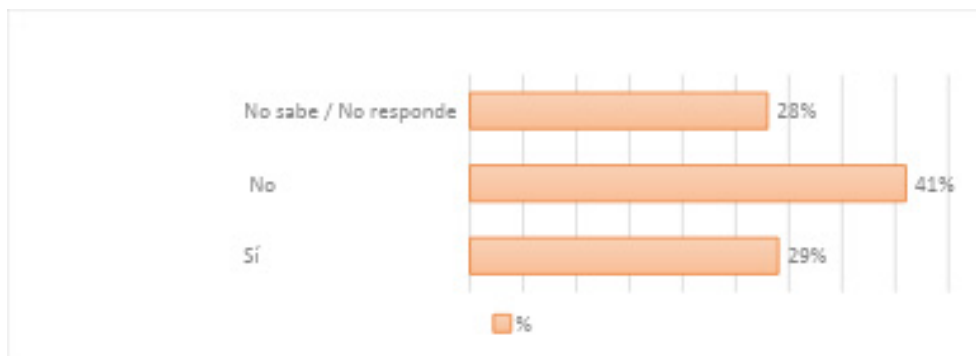


Gráfico 3.

¿Considera usted que el agua que utiliza dentro de la institución es segura para su consumo?

Otra de las interrogantes propuestas a los estudiantes a través de la encuesta en la Pregunta 4 fue si alguna vez han tenido problemas de salud causados por posiblemente consumir agua de la institución. El 70% negaron presentar posibles problemas de salud (como dolor de estómago, diarrea, vómito), mientras que el 25% de los estudiantes afirmaron que si presentaron algunos de estos casos posiblemente después de tomar el agua de esta institución y un 5% seleccionaron la opción de que no estaban seguros, tal como se evidencia en el Gráfico 4.

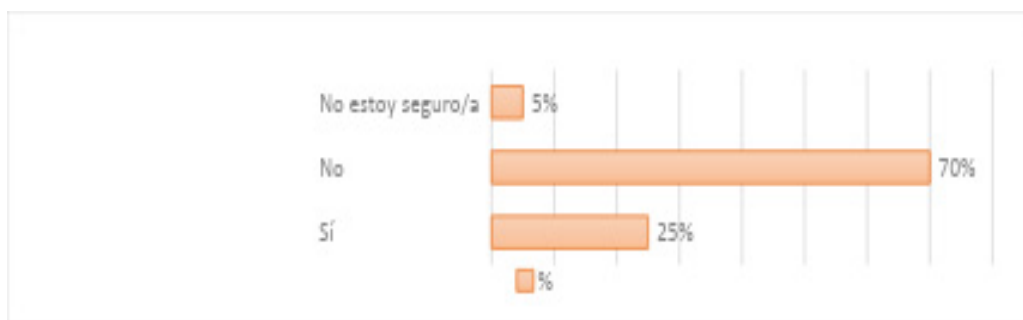


Gráfico 4

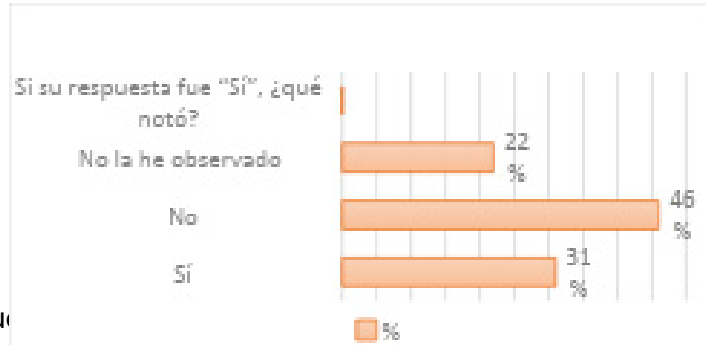
¿Alguna vez ha tenido problemas de salud (como dolor de estómago, diarrea, vómito, etc.) después de consumir agua dentro del colegio?

Lo planteado hace presumir la posibilidad de padecer de algunos síntomas y problemas digestivos, con ocasión del consumo de agua no potabilizada, exigiendo en este sentido sincerar los procesos al respecto, y en el decurso de la solución, impedir a los estudiantes tal consumo de agua que en definitiva lo que puede ocasionar son daños colaterales para su salud.

En el interrogante cinco (5) se consultó si alguna vez notaron características extrañas en el agua (olor, sabor, color). De los 100 encuestados el 46% negó haber observado alguna de las características anteriormente mencionadas, mientras que el 31% afirmó haber observado alguna o varias de estas características, y puntualmente especificaron que “sabía a metal”, “tenía mal olor”, “Que tenía mucha mugre”, “Olor feo”, “color tierra”, “A veces tiene un color extraño”, “Olor a fango”, “Como una lava verde”; resultados estos que se evidencian en el Gráfico 5.

Gráfico 5

¿Ha notado alguna característica extraña en el agua (olor, sabor, color)?



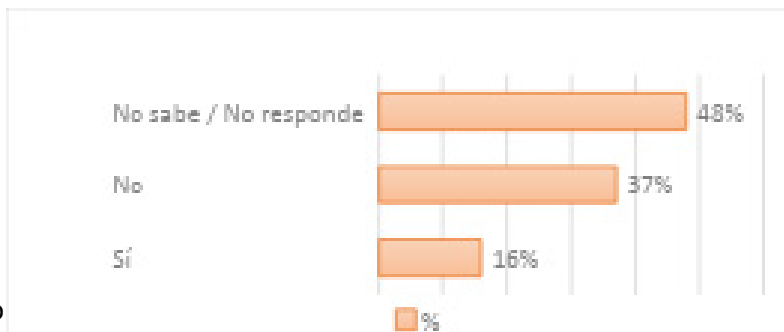
Cabe considerar que de desinfección de

limpieza o ausencia en las instituciones

educativas objeto de estudio; o posibles características de agua no potable o tratada. Asimismo, la información correspondiente a la interrogante seis (6) era saber si los estudiantes conocían planes de limpieza y desinfección de los tanques establecidos por la institución donde cursan estudios, de los cuales el 48% manifestó no saber si a estos tanques se les realiza sus respectivos lavados ni la frecuencia, 37% de los estudiantes afirman que no se les realizan ningún tipo de lavado ni desinfección y solo el 16% afirmaron que los encargados realizan los respectivos lavados y desinfección de estos almacenamiento; resultados estos que se evidencian del Gráfico 6.

Gráfico 6

¿Sabe si los tanques o sistemas donde se almacena el agua reciben limpieza o mantenimiento regularmente?



De lo planteado almacena agua

tanques donde se el mismo de que

existan bacterias, virus o cualquier otro agente patógeno que son consumidos por los actores educativos al momento de consumir el agua para sus usos personales y para las actividades propias de la institución educativa donde cursan estudios, y donde pasan largas hora del día.

Una vez realizada la encuesta, a partir de los cuestionarios respectivos, se abrió un espacio para conocer cuáles eran las posibles mejoras recomendadas por los estudiantes; y, en este sentido, la mayoría optaba por poner filtros que le permitiera el acceso a agua segura y que se

les realizara los respectivos mantenimientos a los tanques y redes de distribución interna. Esto, con la finalidad de reducir el riesgo que comporta la falta de potabilidad del agua, como lo afirma el Instituto Nacional de Salud de Colombia [22].

Por otro lado, en una entrevista realizada a un directivo de la institución se pudo conocer que la institución educativa donde labora no cuenta con acceso a agua potable, lo cual concuerda con los datos obtenidos en las pruebas microbiológicas donde se podía observar que el agua utilizada no cumplía con las condiciones microbiológicas establecidas por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social de Colombia, sobre los Lineamientos de calidad del agua potable. Incluso, el agua que se distribuye por la institución es obtenida de un pozo anillado y al cual no se le ha realizado ningún tipo de análisis. Asimismo, debido a la dificultad de limpieza y desinfección este no cuenta con un mantenimiento periódico, el agua obtenida del pozo anillado es bombeada a un tanque subterráneo y de allí es distribuida a los tanques aéreos, los cuales suministran el agua a baños y lavamanos. Sin embargo, estos últimos almacenamientos tampoco reciben un control de limpieza y desinfección de los mismos, según lo exigen lineamientos de la Organización de Estados Americanos (OEA) [23].

En una segunda institución se pudo conocer que, si cuentan con acceso al agua potable que distribuye la empresa de servicios públicos del municipio ESPA, sin embargo, al igual que los almacenamientos de la otra institución estos almacenamientos no cuentan con una limpieza y desinfección periódicas, como lo argumenta el Decreto 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social de Colombia en su Artículo 14 - Sistema de almacenamiento, donde establece que los sistemas de almacenamiento (tanques) deben mantenerse en condiciones sanitarias óptimas y deben limpiarse y desinfectarse periódicamente. Esta agua es distribuida a la cocina, contaminando los alimentos, a los baños y lavamanos: De allí que la OMS sugiere realizar limpieza y desinfección de los tanques de agua al menos cada seis (6) meses, en zonas urbanas y más frecuentemente en zonas rurales o con alto riesgo de contaminación [24].

Conclusiones

Los hallazgos encontrados en el presente estudio, se corroboraron riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo no potabilizada, los cuales están relacionados con enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos) contenidos en el agua consumida.

De allí, que se sugiere la posibilidad de potabilizar el agua en el menor tiempo posible, haciendo una reflexión será sobre el particular y concienciando la importancia de la salud en los actores educativos; responsabilidad esta que está en manos de los directivos escolares y de los padres y representantes a quienes les corresponde velar por la salud de los estudiantes y representados, tutelar su cuidado e incluso atender a su propia seguridad personal en materia de salud,

Asimismo, se evidenció la falla general existente en diversas instituciones educativas acerca del sistema de protección de la seguridad del abastecimiento de agua, pudiendo ocasionar una contaminación a gran escala del agua y, potencialmente, epidemias detectables en los miem-

bros de una comunidad educativa. De allí la necesidad de un proceso de evaluación y cuantificación de riesgos, de manera que pudiera ayudar a comprenderlos y gestionarlos, sobre todo los relacionados con casos de enfermedad esporádicas, en razón de que esta situación va generando un círculo de riesgos en salud cada vez más amplio

A partir de las pruebas y los análisis realizados, se constató la presencia de *Escherisia coli*, aerobios mesófilos y coliformes; agentes patógenos estos existentes en los recipientes de almacenamiento de agua potable. En este sentido, debe considerar que el estado del agua, almacenada en pozos y tanques pueden incidir en la presencia de microorganismos en el agua de consumo; por ello, la necesidad de análisis microbiológicos continuos.

Con base en lo planteado, se evidencia la relevancia de sensibilizar a los miembros de la comunidad educativa, para realizar campañas donde se enfatice en la importancia de la calidad del agua para evitar la transmisión de enfermedades, y sobre todo, se orienten acciones administrativas, gerenciales y técnicas ante la necesidad de realizar un almacenamiento adecuado del agua en las instituciones educativas.

Referencias

Organización Mundial de la Salud (OMS), "Seguridad mundial del acceso al agua y el saneamiento: una aproximación desde la teoría de los complejos de regímenes," *Rev. Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, vol. 22, n.º 42, Art. n.º e20220103, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1002/100274292003/html/> [acceso:01-03-25]

[2] P. Neves-Silva, G. I. Martins, y L. Heller, "Interdependencia e indivisibilidad de los derechos humanos: Una mirada a los derechos humanos al agua y al saneamiento," *BMC Int. Health Human Rights*, vol. 19, n.º 1, pp. 1-8, 2019. doi: 10.1186/s12914-019-0197-3.

[3] Naciones Unidas, "Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) del año 2015," 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/millenniumgoals/> [acceso:01-03-25]

[4] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Agua para consumo humano," Hoja informativa, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> [acceso:11-05-25]

[5] C. Venegas, M. Mercado, y C. Campos, "Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia)," *Rev. Biosalud*, vol. 13, n.º 2, pp. 24-35, 2014.

[6] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social, "Decreto 1575 de 2007," Bogotá, Colombia, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/es/formatos-administracion-publica> [acceso:01-03-25]

[7] Laboratorio de Economía de la Educación (LEE), "Calidad Educativa en Zonas Rurales de Colombia: Un Camino por Recorrer," Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Informe n.º 98, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://lee.javeriana.edu.co/publicaciones-y-documentos>

[acceso:01-03-25]

[8] W. González Sáenz, L. M. Acharte Lume, J. C. Poma Palacios, V. G. Sánchez Araujo, F. A. Quispe Coica, y R. Meseguer Pallares, “Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú,” *Rev. Investig. Altoandinas*, vol. 25, n.º 1, pp. 23–31, 2023. doi: 10.18271/ria.2023.486.

[9] Ministerio de Salud de Colombia, “Agua para consumo humano,” 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/agua-para-consumo-humano.aspx> [acceso:11-05-25]

[10] *Sistemas de gestión de la calidad*, ISO 9001:2015, 2015. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.buap.mx/rcontraloria/public/inf_public/2019/0/NOM_ISO_9001-2015.pdf [acceso:11-05-25]

[11] J. E. L. Corry, G. D. W. Curtis, y R. M. Baird, “Violet red bile (VRB) agar (syn. violet red bile lactose agar),” en *Progress in Industrial Microbiology*, vol. 37, Elsevier, 2003, pp. 629–631. doi: 10.1016/S0079-6352(03)80104-2.

[12] S. Bagur-Pons, et al., “El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa,” *RELIEVE - Rev. Electrónica Investig. Evaluación Educativa*, vol. 27, n.º 1, 2021. doi: 10.7203/relieve.27.1.17815.

[13] Y. V. Chirinos-Araque, D.C. Rojas Nieves, O. N. Bracho Vega, “Liderazgo transformador e innovador clave para el éxito del emprendimiento sostenible”, *Mundo Fesc*, vol 11, no. S3 pp. 7-20, 2021.

[14] M. Nieves, O. Bracho, y T. Acurero, “Gestión del talento humano como factor clave para el emprendimiento sostenible”, *Revista Temario Científico*, 4(2). e24415, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47212/rtcAlinin.2.224.7>.

[15] P. Cabrera-Tenecela, “Nueva organización de los diseños de investigación,” *South American Res. J.*, vol. 3, n.º 1, pp. 37-51, 2023.

[16] L. D. Tejada Ortiz, “Definición de regla de decisión aplicable por laboratorios de ensayo que presenten información cuantitativa física, química y microbiológica a autoridades ambientales,” Trabajo de grado, 2024.

[17] L. J. Chacón, Reales, et al., “El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud,” *Univ. y Sociedad*, vol. 14, n.º S5, pp. 681-691, 2022.

[18] Condalab, “Agar Cromogénico Coliformes (CCA) ISO,” CondaChrome®, s.f. [En línea]. Disponible en: <https://www.condalab.com/int/es/aguas/1314-15203-agar-cromogenico-coliformes-cca-iso.html> [acceso:01-03-25]

[19] Laboratorios Microkit, “Ficha Técnica – Plate Count Agar (Standard Methods Agar)

granulado,” *Rev. Microkit*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.microkit.es/fichas/PLATE-COUNT-AGAR-granulado-STANDARD-METHODS.pdf> [acceso:21-03-25]

[20] A. Ramírez-Elías y M. I. Arbesú-García, “El objeto de conocimiento en la investigación cualitativa: un asunto epistemológico,” *Enfermería Univ.*, vol. 16, n.º 4, pp. 424–435, 2019.

[21] M. L. Mora Maldonado, “Percepción y uso de pipa de agua en los alumnos del nivel secundario de la Escuela Argentino Mateo Lara, municipio Santo Domingo Este,” Tesis de licenciatura, Univ. Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo, Rep. Dominicana, 2019.

[22] Instituto Nacional de Salud, *Guía para la vigilancia y control de calidad bacteriológico en muestras de agua para consumo humano*, Bogotá, Colombia: INS, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/guia-para-la-vigilancia-y-control-de-calidad-bacteriologico-en-muestras-de-agua-para-consumo-humano.pdf> [acceso:30-03-25]

[23] Organización de los Estados Americanos (OEA), *Armonización de los estándares de agua potable en las Américas*, Washington D.C., USA: OEA, 2003. [En línea]. Disponible en: <https://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf> [acceso:01-03-25]

[24] Organización Mundial de la Salud, *Guías para la calidad del agua potable*, 4.ª ed., Ginebra, Suiza: OMS, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/item/9789241549950> [acceso:30-03-25]