

Household Water Purification: A Community Transformation Experience

Navas Gotopo Soreiret Margarita¹; Navas Gotopo Soratna Veronica² Peña Colina Katiusca Josefina³
Pineda Franco Carla Rosario⁴ Ramírez Sáenz Soto Carmen⁵ Arana Meza Luis Pompeyo⁶ Pecho
Rivera María Cristina⁷

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda- Falcón, Venezuela; Universidad San Ignacio de Loyola, Lima Perú; Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú; Universidad San Ignacio de Loyola, Lima Perú; Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú; Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú; Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú.

Abstract: *This study presents the results of an initiative aimed at improving household water purification in the community of “La Negrita” (Falcón, Venezuela). The core issue was identified through a participatory diagnostic process with key informants, who voiced concerns about the quality of the supplied water. The research followed a mixed-methods approach with a qualitative emphasis, grounded in the socio-critical paradigm and framed within the participatory action research methodology. It was conducted as a cross-sectional field study that involved both community members and the research team. The problematic situation was identified through lived experience, followed by the proposal of alternative solutions and the implementation of an action plan that led to a water disinfection method and guidance for its proper use. The techniques employed included participant observation, interviews, and physicochemical and microbiological analyses of water samples. These allowed for the identification of pathogenic agents and the classification of the water as type 1A, according to current regulations, making it suitable for treatment with sodium hypochlorite. This experience is considered a significant contribution to community health, as it led to a reduction in the microbial load of household drinking water..*

Keywords- Household water, water purification, water disinfection, physicochemical analysis, microbial load.

La potabilización de agua intradomiciliaria: una experiencia de transformación comunitaria

Navas Gotopo Soreiret Margarita¹; Navas Gotopo Soratna Veronica² Peña Colina Katiusca Josefina³
Pineda Franco Carla Rosario⁴ Ramírez Sáenz Soto Carmen⁵ Arana Meza Luis Pompeyo⁶ Pecho
Rivera María Cristina⁷

Resumen - Esta investigación presenta los resultados de una experiencia orientada a mejorar la potabilización del agua intradomiciliaria en la comunidad “La Negrita” (Falcón, Venezuela). El problema fue identificado mediante un diagnóstico participativo con informantes clave, quienes expresaron preocupaciones sobre la calidad del agua suministrada. El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto con énfasis cualitativo, dentro del paradigma socio-crítico y mediante el método de investigación acción participativa, a través de un estudio de campo transversal que integró a la comunidad y al equipo investigador. Se identificó la situación problemática de forma vivencial, se propusieron alternativas de solución y se ejecutó un plan de acción que resultó en la implementación de un método de desinfección del agua y la orientación sobre su uso adecuado. Las técnicas empleadas incluyeron observación participante, entrevistas y análisis fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua, lo que permitió identificar agentes patógenos y clasificar el recurso como tipo 1A según la normativa vigente, apto para tratamiento con hipoclorito de sodio. Esta experiencia se valora como un aporte significativo a la salud comunitaria al reducir la carga microbiana del agua de consumo humano en los hogares.

Palabras clave (español): potabilización, agua intradomiciliaria, análisis físico químico, carga microbiana, desinfección de agua.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural más importante para los seres vivos del planeta, tanto para su uso en diferentes procesos como para su consumo considerándose, en este último caso, como potable. Sin embargo, los sistemas de abastecimiento de agua potable sin tratar, o con un tratamiento inadecuado, siguen siendo la mayor amenaza para la salud pública, especialmente en los países en desarrollo, donde casi la mitad de la población consume agua contaminada. En estos países, enfermedades como el cólera, la tifoidea y la disentería crónica son endémicas y matan a niños y a adultos[1]. En 1990 más de tres millones de niños menores de cinco años murieron por enfermedades diarreicas. Los más recientes avances en el tratamiento del agua han sido las mejoras alcanzadas en el desarrollo de membranas para osmosis inversa y otras técnicas como la ozonización y otras relativas a la eliminación de los cada vez mayor número y cantidad de contaminantes encontrados en el agua potable.

La potabilización del agua es un proceso arduo que involucra una serie de metodologías a implementar y que su uso depende de la naturaleza y origen del agua, los recursos y disposición para aplicarlos [2]. El agua en la vida desempeña también un papel importante en la descomposición metabólica de moléculas tan esenciales como las proteínas y los carbohidratos. Este proceso, llamado hidrólisis, se produce continuamente en las células vivas [2]. Su propiedad radica en que es un líquido puro, inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran

profundidad, el punto de congelación del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse [3]. Sus características físicas son las siguientes: sólidos y residuos, turbiedad, la medición de la turbiedad, el color, el olor y sabor, temperatura, y el pH [19].

Cabe mencionar que la contaminación de los lagos, rebalses, estuarios y mares, con frecuencia se debe a la dilución es menos efectiva que en las corrientes, porque tienen escasa fluencia, lo cual hace a los lagos más vulnerables a la contaminación por nutrientes vegetales (nitratos y fosfatos) (eutroficación) [4]. El agua pura es un recurso renovable, sin embargo, puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, provocando que ya no sea útil, sino más bien nocivo para la salud [5] Los principales agentes contaminantes del agua son: 1. Agentes patógenos, tales como bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos. 2. Sustancias químicas inorgánicas, tales como Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), que envenenan el agua. Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta). 3. Sustancias químicas orgánicas: Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida. Sedimentos o materia suspendida. Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación. Las sustancias radiactivas pueden causar defectos congénitos y cáncer [6].

El crecimiento de la población a nivel mundial ha incrementado los niveles de contaminación, la cual está estrechamente relacionada con el vertido de agua de desecho de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua. En el caso de los residuos de origen doméstico, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal [7]. La OMS, establece que alrededor del 80% de la población mundial sin acceso a sistemas mejorados de abastecimiento de agua de consumo, vive en zonas rurales, incrementando el riesgo de contraer enfermedades de transmisión hídrica, generando así un problema de salud pública ya que los habitantes utilizan el agua directamente de los afluentes, aún sin recibir un tratamiento previo [8]

Por su parte, el agua cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre. Sin embargo, cerca del 97.6% de ella, es agua salada perteneciente a los mares y océanos. El 2.4% restante es agua dulce. De este porcentaje un 77.9% está congelado en los casquetes polares y glaciares, un 21.4% es agua subterránea y el resto, es una fracción muy pequeña existente en lagos, ríos (0.4%), mares interiores (0.3%) y atmósfera (0.04%). Además, el agua destinada para el

se emplearon las técnicas de observación y entrevista, de donde se desprendió el tema central de esta investigación, mediante la visualización de tarjetas y jerarquización de problemas, en las que se consideraron las siguientes áreas de interés: salud, educación, seguridad, infraestructura y ambiente. Todo esto, con el objeto de conocer, de primera mano, los aspectos caracterizadores de las necesidades de este sector.

Continuando el proceso, los miembros del equipo de investigación, se dirigieron al ambulatorio rural donde se dio la interacción y conversación presencial con el personal que allí labora. Al respecto, es importante destacar que también hubo contacto virtual por parte de una de las investigadoras, quien grabó y transcribió todas las respuestas brindadas por los informantes claves. En estos encuentros, los participantes expusieron las necesidades en conjunto y de esta forma se pudo priorizarlas en función del área de conocimiento en la cual se enfoca la investigación.

Para la fase de inserción y acercamiento a la comunidad, las asambleas de ciudadanos del Consejo Comunal “La Negrita II” constituyeron el espacio principal de interacción, diálogos, propuestas y acuerdos que permitieron dar a conocer los propósitos de este estudio y el papel de los investigadores en correspondencia. La información fue obtenida bajo la modalidad de entrevista estructurada. Ésta fue realizada a dos (02) voceros del Consejo Comunal y a veinticinco (14) miembros de la comunidad. Es menester señalar que, los habitantes de esta localidad apoyaron la realización de este tipo de estudios, en el entendido que les sirve como aval y precedente, para realizar las gestiones necesarias, a nivel nacional, para la construcción futura de una planta potabilizadora de agua, ya que el servicio de agua, al momento de este estudio, es suministrado a través de tuberías desde algunos acueductos existentes y traída por gravedad desde el río Meachiche, por redes de tubería que datan de más de 50 años de instalación, por lo que la comunidad es consciente de que gran parte de las enfermedades y manifestaciones gastrointestinales, dérmicas, oculares y auditivas que presentan los pobladores, tienen su origen en las malas condiciones en que es suministrada el agua en la comunidad.

En este orden de ideas, mediante la data recabada de la entrevista estructurada y la observación participante, se pudo identificar algunas situaciones críticas de la comunidad, como las condiciones de vialidad, servicio eléctrico, nivel socioeconómico, condiciones de acueductos y otros que serán descritos en el desarrollo de la investigación. De igual manera, se logró elaborar la matriz de jerarquización de problemas con la que se pudo priorizar los problemas de la comunidad según la frecuencia, tendencia e interés de solución.

La contaminación hídrica [15] consiste en la introducción de sustancias extrañas al agua, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o aguas residuales, las cuales deterioran su calidad y la vuelven inapropiada para los usos previstos. En relación con esto, los voceros y miembros de la comunidad de la Negrita, manifestaron que, desde hace muchos años, presentan la problemática del agua, lo que ha traído como consecuencia enfermedades gastrointestinales, renales, dérmicas, auditivas, oculares, entre otras, reportadas por el ambulatorio de la comunidad. Así mismo se conoce que este servicio es suministrado por medio de tuberías desde algunos acueductos existentes y traída por gravedad desde el río Meachiche, por

redes de tubería que datan de más de cincuenta y cinco (16) años de instalación, por lo que la comunidad es consciente de que gran parte de las enfermedades y manifestaciones que presentan los pobladores, tienen su origen en las malas condiciones en que es suministrada el agua en la comunidad.

La realidad objeto de estudio, pudo ser determinada a través del diálogo entre el colectivo comunitario y los autores de la presente investigación, permitiendo conocer de primera mano la problemática en su contexto natural, es decir, cómo se han suscitados los hechos, interpretando el fenómeno, de acuerdo con las experiencias de las personas implicadas. Es pertinente destacar que para toda comunidad el agua es un recurso vital, por tal motivo, se hizo necesario investigar sobre el estado del servicio de este recurso hídrico de uso doméstico, ya que el mismo estaba influyendo en la salud y otros aspectos de la vida de los habitantes de esta localidad. Partiendo de esta premisa se planteó intervenir para la mejora de la potabilización del agua intradomiciliaria, lo cual permitió aportar de manera significativa en la disminución de enfermedades gastrointestinales, dérmicas, oculares y auditivas en la comunidad, lo cual generó la siguiente inquietud: ¿De qué manera la implementación de un plan de mejora del proceso de potabilización del agua intradomiciliaria de la comunidad La Negrita, parroquia Guzmán Guillermo, Municipio Miranda, Estado Falcón? Para dar respuesta a la interrogante, se plantearon los siguientes propósitos de investigación:

Propósito general de la investigación:

Implementar un plan de mejora del proceso de potabilización del agua intradomiciliaria de la comunidad La Negrita, parroquia Guzmán Guillermo, Municipio Miranda, Estado Falcón.

Propósitos específicos de la investigación

Caracterizar las necesidades primarias del sistema de potabilización del agua de uso doméstico en la comunidad La Negrita.

Diseñar una propuesta de disminución de los agentes contaminantes presentes en el agua de uso doméstico que puedan estar generando afecciones a la salud de los habitantes de la comunidad La Negrita.

Aplicar la propuesta de disminución de los agentes contaminantes presentes en el agua de uso doméstico que puedan estar generando afecciones a la salud de los habitantes de la comunidad La Negrita.

Evaluar la contribución del plan de potabilización del agua intradomiciliaria en la disminución de agentes contaminantes y las mejoras en la salud de los habitantes de la comunidad La Negrita.

En correspondencia a lo expresado anteriormente, el presente estudio se justificó por la necesidad de implementar una propuesta que permitiera transformar la realidad de los habitantes de la Negrita, con el propósito de optimizar el proceso de potabilización del agua destinada al uso doméstico, y de esta manera contribuir con la mejora de las condiciones y tratamiento de este valioso recurso. Asimismo, se justifica desde lo social, educativo y ambiental, porque se intervino un escenario con el objeto de mejorar sus condiciones en cuanto a la gestión de sus recursos y servicios con el objeto de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, de su salud. En lo educativo, este estudio persigue la generación de conocimientos en cuanto a los tratamientos primarios y básicos que deben aplicarse al agua para el consumo humano, basada en una formación a los miembros de la comunidad. Además, se convierte en un antecedente de

primera mano para otras investigaciones similares en el marco del proceso de formación en el ámbito de la gestión pública, la salud y el cuidado y mantenimiento del agua.

Cabe resaltar que algunos estudios previos evidencian que en la actualidad 1.000 millones de personas no tienen acceso al agua potable y 2.000 millones no gozan de la higiene apropiada. De acuerdo con esta premisa, el agua es crucial para mantener un medio ambiente saludable, pero al mismo tiempo puede ser el principal vehículo de transmisión de enfermedades, especialmente cuando se contamina con desechos humanos, animales o químicos [17]. De lo expuesto se desprenden diferentes estudios que guardan relación con el presente [18] el objetivo principal de este artículo fue identificar los avances más importantes en referencia a la potabilización de aguas residuales. Para ello, se realiza la explicación detallada sobre la importancia del agua y su estado actual teniendo en cuenta los contaminantes nocivos para el ecosistema acuático. El estudio tomó como referentes artículos científicos, revistas, tesis y libros de información desde el año 1936 hasta el 2019 de diferentes bases de datos como Google Académico, Virtual Pro, Ambientalex.info y Science Direct. A partir de la investigación, se describieron las ventajas y desventajas que brindan cada uno los tratamientos de agua existentes. Específicamente, se da cuenta de los tratamientos avanzados, en los cuales se determinan las técnicas innovadoras, los beneficios, las aplicaciones y el funcionamiento a escala industrial.

Por su parte [19] reporta los resultados de investigación de un sistema electrónico que aporta a la potabilización de agua. El sistema utiliza técnicas de electro floculación, ozonificación y radiación ultravioleta, con la finalidad de contribuir a los desafíos del desarrollo sostenible respecto al acceso de agua potable para todas las personas. El desarrollo tecnológico propuesto permitió recuperar aguas contaminadas por nivel de turbidez, microorganismos aeróbicos, coliformes totales y coliformes fecales. El sistema electrónico implementado permitió el tratamiento de 30 litros de agua por hora, lo cual optimiza el proceso. En este orden de ideas, [20] destaca en su investigación que el agua es un aspecto fundamental en el diario vivir de las personas, por ende, es necesario desarrollar y mantener estrategias encaminadas a distribuirla a todos los hogares del mundo, a través de sistemas de saneamiento apropiados, gestión sostenible, infraestructura y acceso a suministros de agua seguros, de calidad y asequibles. Por su parte [21] expone que los coagulantes químicos inorgánicos son los más usados actualmente en el proceso de potabilización; sin embargo, a través de estudios se ha demostrado que los mismos tienen un efecto perjudicial en la salud de los seres humanos., por ello es menester implementar propuestas más sostenibles y saludables.

De la misma manera, [22], realizaron un estudio en la comunidad referido a un Plan de intervención educativo en salud rural la negrita. mayo -octubre 2016, en la que encontraron síndrome viral (123) 17.25%; fiebre (92) 2.90%; diarreas (86) 12.06%; amigdalitis (84) 11.78% y dolor abdominal (60) 8.41%. Indicando que las causas de consulta, reflejan que es necesario dirigir la educación de hábitos en los habitantes de la comunidad, sobre diversos aspectos de la salud, principalmente sobre infecciones respiratorias e higiene personal, para disminuir el índice de estas patologías en el ámbito de la salud local. Por consiguiente, el abastecimiento del agua potable en las zonas rurales de los países en desarrollo ha venido presentado diferentes

dificultades [13], por ello, se deben generar constantemente propuestas de intervención como mecanismos que permitan disminuir la presencia de agentes microbianos presentes en el agua y brindar la orientación necesaria a los pobladores para que puedan implementar procesos y adquirir las herramientas necesarias para la toma de decisiones en relación al control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas, evitando así el riesgo de contaminación del ambiente y afectaciones en la salud de las personas [14].

II. METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló metodológicamente de la siguiente manera: orientado en el enfoque mixto de investigación, ya que se combinaron elementos de la investigación cuantitativa y cualitativa para aprovechar las fortalezas de ambos y obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado. Basado en el paradigma sociocrítico y fue llevado a cabo bajo el método de investigación acción participante (IAP), desarrollándose en los seis momentos que se describen a continuación:

Preparación: como parte de la preparación se establecieron y garantizaron las condiciones metodológicas para obtener de la comunidad intervenida la explicación de los fenómenos presentados y su incidencia en la calidad de vida de los afectados, así como el diseño de la intervención social. En esta etapa se aplicaron las técnicas de observación y entrevista, con sus respectivos instrumentos con la finalidad de realizar el diagnóstico participativo que dio surgimiento a los siguientes aspectos: definición de los objetivos de la investigación, definición de temas y problemas prioritarios, descripción de la problemática, selección de las técnicas de observación y entrevista y los respectivos instrumentos a emplear, búsqueda de información, análisis de la situación encontrada. Resulta importante señalar que, los miembros de la comunidad en estudio, ya contaban con un registro de datos previos provenientes de otras investigaciones realizadas tanto por entes gubernamentales como y los investigadores, desde los cuales manifestaron sus necesidades y de allí aportaron para la construcción de la matriz de jerarquización de problemas y la construcción de la matriz FODA que sirvieron como herramientas de IAP, para identificar la relación existente entre el tema objeto de estudio y los problemas existentes en el contexto comunitario.

TABLA II.
MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS

Problemas que afectan a la comunidad	Frecuencia, Tendencia e Interés de solución	Causas	Efectos	Área a la asociada al problema
Enfermedades de tipo renal, piel y oculares.	Muy frecuente En aumento Interés alto	Consumo de agua contaminada.	Deterioro de la salud de los habitantes.	Salud
Contaminación hídrica	Muy frecuente En aumento Interés alto	Falta de plantas de tratamiento de agua.	Desniveles significativos en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua.	Agua
Desconocimiento de tratamientos primarios del agua	Muy frecuente En aumento Interés alto	Carencia de formación adecuada y falta de mecanismos de información y difusión sobre el tema.	Agua con altos índices de agentes contaminantes.	Agua
Inseguridad	Medianamente frecuente Tendencia estática Interés bajo	Insuficiente iluminación en ciertas áreas, pérdida de valores, y deficiencias en el servicio policial y de protección.	Robos a la comunidad.	Ciencias sociales

Embarazo Precoz	Medianamente frecuente Tendencia estática Interés bajo	Falta de conocimiento y acceso a métodos anticonceptivos y deficiencia en la educación sobre el tema.	Partos de alto riesgo, rechazo social y depresión.	Ciencias sociales
-----------------	--	---	--	-------------------

Con base en lo anterior, las problemáticas categorizadas como muy frecuentes, con tendencia en aumento y alto interés de solución fueron: Enfermedades de tipo renal, piel y oculares, contaminación hídrica, desconocimiento de tratamientos primarios del agua; seguidas de la inseguridad y el embarazo precoz considerados como medianamente frecuente, de tendencia estática e interés bajo. En la matriz FODA se observan hallazgos relevantes para la investigación, aquellos sensibles de modificar, destacando las fortalezas con las que cuenta la comunidad para la generación de la transformación de la realidad que persiguen los investigadores.

TABLA III.
MATRIZ FODA

La potabilización de agua intradomiciliaria en la comunidad La Negrita, parroquia Guzmán Guillermo, municipio Miranda, Estado Falcón	Debilidades: Falta de adaptación al sabor del agua tratada. Poca iniciativa.	Fortalezas: Existe apoyo comunitario para implementar tratamientos iniciales del agua. Realización de talleres educativos y de motivación sobre la contaminación y tratamiento del agua. Aprovechar el respaldo del consejo comunal para gestionar tratamientos iniciales impulsados por la comunidad, adaptados a sus necesidades y que resuelvan los problemas del sector.
Oportunidades: Se cuenta con el apoyo de la comunidad para gestionar tratamientos primarios al agua.	Estrategias (DO): Realizar talleres de formación y motivación con respecto a la contaminación y tratamiento del agua. Aprovechar el apoyo del consejo comunal para gestionar tratamientos primarios que surjan por la iniciativa de la comunidad, se adapten a ellos y solventen la problemática que presenta el sector.	Estrategias (FO): Utilizar los espacios de la comunidad para la formación de sus habitantes y del consejo comunal con respecto a tratamientos al agua y su influencia a nivel de salud.
Amenazas: Delincuencia e inseguridad en la zona. Desacuerdos en las propuestas de proyectos. Insuficiente conocimiento sobre tratamientos de agua y sus implicaciones en la salud.	Estrategias (DA): Participar regularmente en las reuniones organizadas por el consejo comunal para asegurar la inclusión de todas las ideas de proyectos de la comunidad. Capacitar a la comunidad en la realización de tratamientos iniciales del agua y sus beneficios.	Estrategias (FA): El consejo comunal es el encargado de gestionar a través de los entes gubernamentales el suministro de alumbrado eléctrico en el sector, de tal manera reducir la delincuencia e inseguridad que presenta la comunidad.

El desarrollo de la investigación partió del conocimiento de lo identificado con la priorización de las necesidades y la matriz de jerarquización. Se tuvo en consideración “Agua” y “Salud”, como ámbitos asociados a las problemáticas prioritarias, y con ello, se diseñó e implementó un plan de mejora del sistema de potabilización del agua intradomiciliaria en la comunidad La Negrita. Durante esta implementación la participación de los habitantes de la comunidad y el Consejo Comunal fue esencial. En la fase de culminación, se aplicaron, las técnicas de observación y entrevista sirvieron para revisar los avances del plan desde la perspectiva de los informantes claves y con ello, procurar la triangulación y categorización de los significados intersubjetivos de la realidad. Las conclusiones provisorias de este trabajo permitieron asumir un plan de mejora implementado contribuye con la disminución de los agentes contaminantes del agua, y con ello, la prevención de las manifestaciones negativas de salud y minimiza las

incidencias gastrointestinales, dérmicas, oculares y auditivas en la comunidad. Esta valoración sobre las mejoras sentidas y evidenciadas, se logró registrar desde el consenso dialógico con el consejo comunal y los habitantes de la comunidad La Negrita.

En cuanto a los Informantes Claves estos: "son un grupo de personas con conocimientos especiales, estatutos y buena capacidad de información. Un buen informante clave puede desempeñar un papel decisivo y trascendental en una investigación" [23]. Para el desarrollo de la investigación se procuró la integración y el contacto directo de los investigadores y la comunidad, dándole participación a integrantes del Consejo Comunal La Negrita II de la parroquia Guzmán Guillermo, municipio Miranda del estado Falcón. Específicamente, participaron dos (02) voceros del Consejo Comunal y veinticinco (25) miembros de la comunidad quienes, como protagonistas principales, conocen la debilidad a profundidad y se sienten en la necesidad de ayudar a los investigadores en la búsqueda de soluciones al problema priorizado. Además, a este grupo de informantes claves se caracterizó por la motivación demostrada para participar en el abordaje del problema de la contaminación hídrica, los efectos en la salud y las acciones conducentes a la potabilización del agua como alternativa de solución, para aplicar técnicas y usar herramientas específicas para mejorar la calidad de vida de este sector. Asimismo, la entrevista estructurada se le aplicó a este grupo de personas en el cual se obtuvo información indispensable, logrando validar el problema, establecer la planificación de las acciones a realizar, apoyar la implementación del plan de mejora y evaluar de forma reflexiva las transformaciones de la realidad comunitaria con esta intervención.

Las técnicas para la recolección de información que se llevaron a cabo, fueron la observación directa y la entrevista estructurada [24], en función de alcanzar los propósitos del estudio. Bajo esta perspectiva, los investigadores se integraron al escenario en estudio con el fin de conocer directamente el estado real de la situación que persiste en la comunidad de la Negrita y así se logró la recopilación de información oportuna para la búsqueda de soluciones. La entrevista estuvo estructurada con 10 preguntas, en las que se consideraron las dimensiones del estudio y por medio de ella se obtuvo la data necesaria para la investigación. Es pertinente señalar que en este trabajo se utilizó como instrumento un cuestionario de preguntas abiertas, el cual permitió las opiniones de los ciudadanos y ciudadanas en relación a la problemática de contaminación hídrica de la comunidad La Negrita. Asimismo, para la obtención de información se manipularon dispositivos tecnológicos para determinar y registrar la realidad existente en la comunidad. Para el procesamiento de datos se usaron herramientas estadísticas como el ATLAS.ti. Por otro lado, es importante mencionar que se aplicaron las fases de categorización y triangulación con el propósito de darle credibilidad y validez a la investigación. A continuación, se categoriza el problema en la siguiente matriz:

TABLA IV.
MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN

ACTORES	INVESTIGADORES (Universidades involucradas)	PARADIGMA	MÉTODO
Consejo Comunal de la	USIL UNEFM UNET	Socio-Crítico	I.A.P

Comunidad La Negrita II	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	REALIDAD OBSERVADA
	Origen de niveles de contaminación	Presencia de desechos Obstrucción de tuberías	La comunidad estaba consciente de que el origen está vinculado con la presencia de desechos orgánicos en el río.
	Necesidad de intervención	Beneficio comunitario	Los habitantes de la comunidad ven la aplicación de un proyecto de extensión como algo beneficioso
	Conocimiento del proceso de tratamiento del agua	Falta de Información de tratamientos primarios del agua	Algunos miembros de la comunidad no tenían conocimiento sobre los procesos de tratamiento químico primarios que debe tener el agua de consumo
	Importancia de la Vinculación universidad - comunidad	Formación educativa sobre la importancia del tratamiento del agua	Los miembros de la comunidad manifestaron interés por ser formados a nivel educativo y que se apliquen métodos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos al agua de consumo.
	Disposición de la comunidad	Comunidad motivada Prevención	La comunidad expresa entusiasmo y motivación a colaborar con información y participación en la resolución del problema de contaminación hídrica.
PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN:			
Mejoras en la Potabilización de Agua Intradomiciliaria de la Comunidad La Negrita, parroquia Gúzman Guillermo, Municipio Miranda, Estado Falcón. Venezuela.			

Es importante señalar que se implementó la triangulación de los resultados como herramienta de validación, mediante la cual se determinó que si lo observado tenía el mismo significado cuando se encuentra en otras circunstancias.

TABLA VI.
TRIANGULACIÓN DE DATOS

Informantes	Categorías	Consecuencias	Acción Desencadenante
Todos	Origen de niveles de contaminación	Afecciones a la salud	Deterioro del estado de salud del individuo
MTA, VF, MA, MC.	Necesidad de intervención	Fallas en la Prevención del uso adecuado del agua Fallas en la calidad del agua de consumo	Aumento del riesgo de contraer una enfermedad de transmisión hídrica
MTA, MA, MC.	Conocimiento del proceso de tratamiento del agua		
MA, MC.	Importancia de la vinculación Universidad –Comunidad		
MTA, VF, MA, MC.	Disposición de la comunidad		

Respecto a la contrastación se presenta en la siguiente tabla:

TABLA V.
MATRIZ DE CONTRASTACIÓN

Informantes	Categorías	Realidad	Teoría Postulada
Todos	Origen de niveles de contaminación	La comunidad planteaba que el origen está vinculado con la presencia de desechos orgánicos en el río que surte a las tuberías de sus hogares, lo que pudo evidenciarse con los resultados arrojados en los análisis microbiológicos y fisicoquímicos efectuados.	El agua contiene diversas sustancias, químicas, físicas y biológicas, disueltas o suspendidas, que a su vez reaccionan con organismos vivos, por esta razón es necesario tratarla, a fin de hacerla adecuada para su uso [25] La compañía hidrológica es la encargada de los procesos de tratamiento del agua, tomando como parámetros de calidad sus características fisicoquímicas (turbidez, sólidos disueltos totales y suspendidos, alcalinidad, dureza, fluoruros, entre otros) y microbiológicas. Uno de los procesos más sencillos es el de desinfección. En referencia a ello [26] plantea que el cloro y los compuestos del mismo son los desinfectantes más populares, que permiten la reducción de microorganismos patógenos como bacterias. Por otro lado [27] plantea que la capacitación en programas educativos referentes al tema del agua juega un papel
MTA, VF, MA, MC.	Necesidad de intervención	Los habitantes de la comunidad ven la aplicación de un proyecto de extensión como algo beneficioso, ya que están conscientes de que el agua de consumo no está en condiciones óptimas (presencia de microorganismos patógenos), lo cual ha generado un brote de enfermedades renales y dérmicas.	
MTA, MA, MC.	Conocimiento del proceso de tratamiento del agua	Algunos miembros de la comunidad no tenían conocimiento sobre los procesos de tratamiento químico primarios que debe tener el agua de consumo, ya que no han tenido la oportunidad de ser formados o capacitados en el tema.	
MA, MC.	Importancia de la vinculación Universidad – Comunidad	Los miembros de la comunidad manifestaron interés por ser formados a nivel educativo y que se apliquen métodos de análisis fisicoquímicos y	

		microbiológicos al agua de consumo.	fundamental en la prevención de enfermedades en el ser humano.
MTA, VF, MA, MC.	Disposición de la comunidad	La comunidad expresa entusiasmo y motivación a colaborar con información y participación en la resolución del problema de contaminación hídrica.	

III. RESULTADOS

Las muestras del agua potable se tomaron en tres sectores distintos (Dos de la comunidad y uno del ambulatorio) de la parroquia La Negrita, municipio Miranda, estado Falcón. Las mismas fueron rotuladas como Negrita 1, Negrita 2 y Ambulatorio, con hora, fecha de muestreo, lugar y tipo de análisis a efectuar; Se llevaron en una cava provista con hielo al LIADSA y al Laboratorio de Análisis Químico del complejo Académico Los Perozo, para su procesamiento. Los datos arrojados relacionados con los parámetros fisicoquímicos luego del estudio realizado al agua potable que utilizan los habitantes de la comunidad La Negrita, se muestran a continuación en la tabla 7.

TABLA VII.
ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS AL AGUA DE LA NEGRITA

Ubicación	Réplica	Alcalin. (mg/L)	D total (mg/L)	D Cálcula (mg/L)	D Mag (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)
Negrita 1 E1	E1-1	68	84	64	20	0,012	14,72	<0,12	<0,12
	E1-2	68	88	64	24	0,012	14,81	<0,12	<0,12
	E1-3	64	88	64	24	0,012	14,72	<0,12	<0,12
Negrita 2 E2	E2-1	72	76	64	12	0,012	21,57	<0,12	<0,12
	E2-2	68	76	68	8	0,012	21,57	<0,12	<0,12
	E2-3	68	80	60	20	0,012	21,57	<0,12	<0,12
Amb E3	E3-1	72	80	60	20	0,012	16,85	<0,12	<0,12
	E3-2	68	80	64	16	0,012	16,85	<0,12	<0,12
	E3-3	68	80	64	16	0,012	16,85	<0,12	<0,12

De la información mostrada en la tabla anterior, se puede observar que los parámetros fisicoquímicos del agua, específicamente pH y turbiedad en los 3 puntos de muestreo trabajados se encuentran dentro de los límites de clasificación de un agua tipo 1ª planteados por el decreto 883, lo cual se traduce en que son aguas que a nivel sanitario pueden ser acondicionadas o tratadas con la sola adición de desinfectantes para su posterior consumo. Así mismo, según las Normas de calidad del agua potable los parámetros de sólidos disueltos totales, dureza total, pH, cloruro, sodio, sulfato, de los 3 puntos de muestreo analizados cumplen con los requisitos básicos exigidos de cumplimiento para el agua potable, ya que todos se encuentran por debajo del valor límite referencial establecido [25].

TABLA VIII.
DETERMINACIÓN DE CURVA DE CLORO

Chlorine dose mg/L	Residual chlorine (mg Chlorine/L)
0,7	2,127
1,4	2,4106
2,1	2,9778
2,8	3,545
3,5	5,2466
4,2	1,1344
4,9	0,1418

Ahora bien, graficando los valores encontrados se obtiene la curva de demanda de cloro de la siguiente manera:

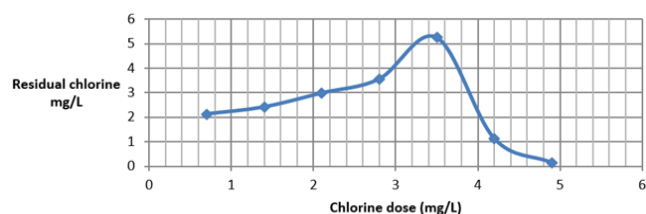


Fig. 1 Curva de demanda de cloro.

Considerando el gráfico, se tiene que el punto de quiebre o punto de ruptura es igual a 4,9 mg/L de hipoclorito de sodio a baja concentración, lo cual, según el tipo de agua analizada (1^a), representa la dosis necesaria para lograr la desinfección del agua contaminada por patógenos en la comunidad.

TABLA IX.
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS BACTERIOFÚNGICOS.

Code	CT*	CF*	<i>E coli</i> *	AM**
E1	$\geq 2,3 \times 10^1$	$\geq 2,3 \times 10^1$	$1,6 \times 10^1$	$2,24 \times 10^3$
E2	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$1,2 \times 10^1$	$1,04 \times 10^3$
E3	$\geq 2,3 \times 10^1$	$\geq 2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$1,8 \times 10^4$

E1: Estación de muestreo Negrita 1; E2: Estación de muestreo Negrita 2; E3: Estación de muestreo 3 Ambulatorio. *Valores expresados en número más probable en 100 mg/L de muestra. (NMP 100mg/L). **Valores expresados en Unidades formadoras de colonias por mg/L de muestra. (UFC mg/L).

Los resultados obtenidos y evidenciados en la tabla anterior, muestran que el agua usada para consumo humano en la comunidad estudiada, presentan valores que sobrepasan los límites establecido en la normativa nacional, lo cual indica un alto grado de contaminación, ya que los parámetros bacterianos detectados revelan que estas fuentes tienen contacto directo con excretas humanas o animales, pudiendo representar un riesgo para la comunidad, ya que si dicha contaminación es reciente, se hallan microorganismos patógenos, por lo que es posible que dichas microorganismos se encuentren vivos y con capacidad de producir enfermedad [26].

Como dato adicional, se comprobó la presencia de bacterias del género *Pseudomonas* (COVENIN 2986-93) y *klebsiella* en el agua analizada, evidenciando de igual manera, que existe una alta carga de microorganismos que pueden contribuir al desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica en la población estudiada.

TABLA X.
GÉNERO PSEUDOMONAS Y KLEBSIELLA PRESENTE EN MUESTRAS PROCESADAS.

Códe	<i>Pseudomonas</i>	<i>Klebsiella</i>
E1	Present	Present
E2	Present	Present
E3	Present	Present

Todo ello evidencia un riesgo para la salud pública, ya que dentro de estos grupos bacteriano encontrados puede hallarse la presencia de agentes patógenos que pueden generar manifestaciones en individuos con fallas inmunitarias, heridas o quemaduras, permitiendo la aparición de infecciones cutáneas y de las mucosas de ojos, oídos, nariz y garganta. Son ejemplos de agentes patógenos de este tipo la especie *Pseudomonas Aeuruginosa* y especies de los géneros, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, y *Aeromonas*, así como determinadas micobacterias no tuberculosas de crecimiento lento. En relación a las estructuras miceliales y levaduriformes (Mohos y las levaduras), estas se presentaron

en concentraciones superiores a las indicadas en las normativas nacionales, tal como se evidencia en la siguiente tabla:

TABLA XI.
LEVADURAS Y MOHOS EN AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LA NEGRITA.

Códe	Yeasts*	Mold *
N1	$1,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^1$
N2	$1,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^1$
AMB	$7,6 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$

*Valores expresados en Unidades Formadoras de Colonias por mg/L de muestra (UFC mg/L).

Los resultados mostrados en las tablas anteriores, indican una alta carga bacteriofúngica en la fuente de agua potable que surte a la comunidad estudiada, lo cual puede generar afecciones sobre la salud de los habitantes del sector. Al sobrepasar los límites establecidos en la normativa nacional, se hace necesario implementar alternativas de desinfección del recurso sin efectos colaterales, además del establecimiento de programas de control y vigilancia sanitaria que permitan la aplicación de métodos correctivos adecuados. Lo que representa un riesgo, ya que la OMS, establece que alrededor del 80% de la población mundial sin acceso a sistemas mejorados de abastecimiento de agua de consumo, vive en zonas rurales, incrementando el riesgo de contraer enfermedades de transmisión hídrica, generando así un problema de salud pública ya que los habitantes utilizan el agua directamente de los afluentes, aún sin recibir un tratamiento previo.

Por su parte, los coliformes encontrados en el agua potable indican una alerta de contaminación microbiológica, sin identificar el origen. Lo que permite inferir que la presencia de estos microorganismos es una alerta para mejorar el control de calidad del agua potable, lo cual requiere que se intensifique la vigilancia en la red de distribución y mejorar la efectividad de la cloración. [1] y [3] establecen que la presencia de Coliformes debe interpretarse de acuerdo con el tipo de aguas, es decir, deben estar ausentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas. En caso de estar presentes, su número no puede ser superior a 2-3 coliformes. Esta contaminación a pesar de ser baja, no puede ocurrir en tres muestras recolectadas en días consecutivos. En aguas tratadas, los coliformes totales funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. Indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, e intensifica la vigilancia en la red de distribución.

Lo anterior refuerza lo encontrado en la comunidad estudiada. debido a que valores superiores fueron evidenciados en la misma. Enríquez y col., 2013; utilizando el método de filtración por membrana encontraron bacterias Coliformes entre 1 y 20 UFC 100 mL⁻¹, 20 a 50 UFC 100 mL⁻¹ y 100 y 250 UFC 100 mL⁻¹. En otro estudio realizado por Silva y col 2015, encontraron coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), *Escherichia coli* (EC) y *Aerobios mesófilos* (AM) en números inferiores a los detectados en la comunidad La Negrita, donde reportaron CT de $1,8 \times 10^1$ NMP/mL, seguido de CF $4,9 \times 10^1$ NMP/mL, EC $4,6 \times 10^1$ NMP/mL y AM entre $1,43 \times 10^2$ UFC/mL y $3,0 \times 10^2$ UFC/mL. Finalmente, en otro estudio Silva y col (2015), detectaron *Pseudomonas* en el 92,5%; en tanto que en la comunidad La Negrita el género *Pseudomonas* y *Klebsiella* estuvieron presentes en el 100% de las muestras de agua

procedente de la comunidad, permitiendo inferir que los habitantes del sector no reciben agua potable confiable para su uso y consumo, además el agua estudiada pudiera servir como vehículo para la diseminación de estas cepas, con altos niveles de resistencia, en la comunidad.

Los resultados encontrados demuestran que el agua de la zona rural no cumple con lo establecido en la normativa nacional ya que en su Artículo 9, refleja que "Los resultados de los análisis bacteriológicos de agua potable deben cumplir los siguientes requisitos: a. Ninguna muestra de 100 mL, deberá indicar la presencia de organismos coliformes termorresistentes (coliformes fecales). b. El 95% de las muestras de 100mL, analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier periodo de 12 meses consecutivos. c. En ningún caso deberá detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 mL, provenientes del mismo sitio. Por lo tanto, el ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable debe asegurar que esta no contenga microorganismos transmisores o causantes de enfermedades, ni bacterias coliformes termoresistentes (coliformes fecales), siguiendo como criterio de Evaluación de la Calidad Microbiológica la detección del grupo coliforme realizada sobre muestras representativas captadas y preservadas [20] y [27].

IV. CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos en los tres puntos de muestreos estudiados, se encuentran dentro de los límites establecidos en las normativas nacionales, correspondiendo ello a que fueron tomadas en un periodo de tiempo seco, ya que en presencia de lluvias existe mayor arrastre de partículas y agentes químicos contaminantes.

El agua de la comunidad La Negrita se clasifica según el Decreto 883, y la normativa sanitaria de Calidad agua potable Venezolana, dentro del tipo A1, que puede ser acondicionada con la aplicación de agentes desinfectantes, ya que sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas se encuentran dentro de los rangos planteados en esta tipología. Para desinfectar el agua de los tres puntos de muestreos seleccionados se pueden aplicar métodos primarios de desinfección, como por ejemplo cloración breakpoint, que para este caso arrojó añadir 4,9 ml de hipoclorito de sodio (bajas concentraciones), técnica que elimina la presencia de agentes patógenos (microorganismos). Se detectaron bacterias indicadoras de contaminación fecal y bacterias del género *Pseudomonas* y *klebsiella*, en las muestras estudiadas, así como presencia de mohos y levaduras. Además, los aerobios Mesófilos se cuantificaron en concentraciones superiores a las establecidas en las normativas nacionales. Por lo tanto, desde el punto de vista bacteriofúngico, el agua potable de las tres zonas estudiadas no cumplió con lo indicado en la normativa nacional.

Texto.

V. REFERENCIAS

- [1] Cid, "Evaluación de la calidad bacteriológica del agua procedente de la laguna San Lorenzo-Neuquén," Tesis de grado, Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud, Argentina, 2019. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/15175>
- [2] Organización Mundial de la Salud. Agua para consumo humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- [3] L. E. Carrillo Villafuerte, "Evaluación de la calidad físico-química, microbiológica y parasitológica del agua utilizada en las queseras ubicada en la parroquia de Quimiag en el cantón Riobamba

- perteneciente a la provincia de Chimborazo," Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9015>
- [4] Cubero-Mata, "Identificación del peligro por contaminación de metales pesados y bacterias patógenas en los sedimentos del embalse de Central Hidroeléctrica Platanar de COOPELESCA RL, Costa Rica," 2019. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10589>
 - [5] T. M. Lamus-García de Rodríguez y R. Z. Lamus-García de Mora, "El diagnóstico comunitario en la investigación acción: Community diagnosis in action research: Diagnóstico comunitário em pesquisa-ação," vol. 7, no. 2, pp. 219-233, abr.-jun. 2021. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i2.1792>
 - [6] F. Larios Meoño, C. González Taranco, y Y. Morales Olivares, «Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú», syh, vol. 2, n.º 2, pp. 8-25, oct. 2016. <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>
 - [7] Naciones Unidas. Mirada global Historias humanas <https://news.un.org/es/story/2019/03/1452891>
 - [8] A. T. Ortega Ramírez y N. Sánchez Rodríguez, "Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 31, no. 2, pp. 121-134, 2021 <https://doi.org/10.18359/rcin.5343>
 - [9] J. Vargas, "Desarrollo de un sistema electrónico que aporta a la potabilización de agua mediante electrofloculación, ozonificación y radiación ultravioleta," *Espacios*, vol. 39, no. 39, p. 1, 2018. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n39/a18v39n39p01.pdf>
 - [10] K. Quintero Bonilla, Sistemas de tratamiento para la potabilización del agua en Colombia. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/48579>
 - [11] S. Carrasquero, M. F. Martínez, M. G. Castro, A. Díaz, and G. Colina, "Remoción de turbidez usando semilla de Tamarindus indica como coagulante en la potabilización de aguas," *Revista Bases de la Ciencia*, vol. 4, no. 1, pp. 19-44, 2019. https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i1.1424
 - [12] B. Mora, M. Navas, and F. Sánchez, "Calidad microbiológica del agua de distribución y su relación cualitativa con infecciones dérmicas, oculares, auditivas y gastrointestinales en la población asistida en el ambulatorio rural tipo II La Negrita del municipio Miranda, estado Falcón, período julio 2015 - febrero de 2016," 2016.
 - [13] Á. M. Betancur Flórez, "Comparación de técnicas alternativas de potabilización de agua, y su posible aplicación en el área rural del territorio nacional colombiano," 2020. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/946>
 - [14] J. L. Lugo and E. R. Lugo, "Beneficios socioambientales por potabilización del agua en los pueblos palafíticos de la Ciénaga Grande de Santa Marta-Colombia," *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 21, no. 1, pp. 259-264, 2018. <https://doi.org/10.31910/ruca.v21.n1.2018.685>
 - [15] C. A. Guasca Acosta, S. P. López Amaya, and J. A. Figueroa Olarte, "Diseño y elaboración de un prototipo a escala de una planta piloto con énfasis en las alternativas del proceso de floculación para el tratamiento de agua potable," 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/8562>
 - [16] A. T. Ortega Ramírez and N. Sánchez Rodríguez, "Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 31, no. 2, pp. 121-134, 2021. <https://doi.org/10.18359/rcin.5343>
 - [17] J. Valverde Pozo, "Diseño, síntesis y fotofísica de nuevos sensores fluorescentes aplicables a la detección de eventos biológicos en células vivas y tejidos," 2023. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/82122>
 - [18] J. J. A. Lozano, "Recomendaciones para diseño y optimización de plantas de tratamiento de agua potable, considerando aspectos de funcionalidad y durabilidad," *Prospectiva*, vol. 17, no. 2, 2019. <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/1732>
 - [19] E. Zuzunaga Concha, "Calidad del agua potable y la percepción de la gestión sanitaria ambiental en el hospital Santa María del Socorro de Ica-2021," 2022. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5194/B02_2022_UNU_MAESTRIA_2022_TM_LUIS-GUIMARAES.pdf?sequence=1
 - [20] E. M. L. Benítez, G. M. Verdecia, and M. A. P. Castell, "Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI," *Revista 16 de abril*, vol. 60, no. 279, p. 854, 2021. https://rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/854
 - [21] J. D. Nierva Condori, "Diseño y automatización de un dosificador de hipoclorito por medio de inyección en la red de distribución de sistema de bombeo de pozos para la Comunidad de Italaque, Provincia Camacho del Departamento de La Paz," Ph.D. dissertation,

- Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 2023.
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/33973>.
- [22] J. G. Prato, F. Millán, A. Ríos, and L. C. González-Ramírez, "Uso de materiales litológicos oxidicos para la reducción de la dureza en aguas naturales," *Información Tecnológica*, vol. 33, no. 2, pp. 145-156, 2022.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642022000200145&script=sci_arttext.
- [23] R. Iriarte Mendivil, "Nuevas tendencias en sistemas de purificación de aguas," 2020. <https://riunet.upv.es/handle/10251/150093>.
- [24] R. Hernández-Sampieri and C. Mendoza, "Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta," 2018.
<https://acortar.link/2DetOa>.
- [25] A. A. Encizo Ramos and M. Márquez Castellanos, "Caracterización fisicoquímica y microbiológica del río Sabinal en dos épocas del año (lluvia y estiaje) para la determinación de la calidad del agua por medio de la aplicación de índices de calidad (ICA)," 2020.
https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/2057/Tesis_R%C3%ADo_Sabinal.pdf?sequence=1.
- [26] L. J. Rossel Bernedo, R. Bernedo, L. Alberth, F. Mayhua, A. L. Ferro Gonzales, and R. R. Zapana Quispe, "Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable," *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol. 22, no. 1, pp. 68-77, 2020.
<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.537>.
- [27] S. M. Ramos Huaynate, "Desarrollo de capacidades para la gestión comunitaria de los servicios de agua potable y saneamiento, implementado por la 'Asociación Servicios Educativos Rurales' en la localidad Unión la Victoria, distrito de Anco, Churcampa–Huancavelica, 2015-2017," 2021.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/19265>.