



Universidad Popular del Cesar
Facultad de Ciencias Básicas y Educación

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Me permito presentar ante el Consejo Curricular de la Maestría en pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible de la Facultad de Ciencias Básicas y Educación:

SOLICITUD DE TITULACIÓN POR PROYECTO DE GRADO

De acuerdo a las opciones para la TITULACIÓN Y OBTENCIÓN DE
GRADO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

Título del proyecto

**IMPLEMENTACIÓN DE LOS FILTROS PRIMARIOS COMO ESTRATEGIA
ECOPEDAGÓGICA PARA TRATAR EL AGUA CRUDA QUE SE CONSUME EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROPECUARIA JOSÉ DOLORES DAZA DEL
CORREGIMIENTO DE LOS MILAGROS DEL MUNICIPIO EL BOLÍVAR – CAUCA**

Nombre del centro tutorial: **Pasto**
Universidad Popular del Cesar.

Nombre del Grupo: **Grupo 1A**

Centro o lugar donde se realiza la investigación:
Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza,
Corregimiento Los Milagros, Bolívar, Cauca

Tipo de investigación: **Mixta**

Nombre del Asesor responsable; Mg **Luz Ángela Ordóñez Gómez**

PERFIL PROFESIONAL:

Magister en Etnoliteratura – Universidad de Nariño.

Licenciada en Filosofía y Letras – Universidad de Nariño.

Administradora Pública – Escuela de Administración Pública – ESAP

Técnico en Bibliotecología y Archivística- CINAR Sistemas.

EXPERIENCIA INVESTIGATIVA:

Asesora de Investigación Universidad Popular del Cesar - Maestría en Pedagogía Ambiental y el Desarrollo Sostenible.

Asesora de Investigación Universidad Popular del Cesar -Especialización en Pedagogía Ambiental.

EXPERIENCIA LABORAL:

Profesional Universitario de Permanencia, Secretaría de Educación de Yumbo Valle del Cauca -Desde julio del 2020, Trabajo actual.

Docente Hora catedra Universidad de Nariño – Desde periodo B del 2006, hasta la actualidad.

Asesora de Investigación Universidad Popular del Cesar, Desde mayo 2020 hasta la actualidad.

Firma del asesor: _____ Fecha: 30 de abril 2021



Universidad Popular del Cesar

Facultad de Educación

Programa

Maestría en Pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible

**IMPLEMENTACIÓN DE LOS FILTROS PRIMARIOS COMO ESTRATEGIA
ECOPEDAGÓGICA PARA TRATAR EL AGUA CRUDA QUE SE CONSUME EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROPECUARIA JOSÉ DOLORES DAZA DEL
CORREGIMIENTO DE LOS MILAGROS DEL MUNICIPIO EL BOLÍVAR – CAUCA**

**GALINDEZ ZÚÑIGA LUBER YANETH
PÉREZ CAICEDO SEGUNDO ANATOLIO**

San Juan de Pasto, 30 de abril, 2021

Universidad Popular del Cesar

Facultad de Educación

Maestría en Pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible

Tesis presentada para obtener el título de

Magister en Pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible

LUBER YANETH GALINDEZ ZUÑIGA
SEGUNDO ANATOLIO PÉREZ CAICEDO

Director de tesis

MG. LUZ ÁNGELA ORDÓÑEZ GÓMEZ

San Juan de Pasto, 30 de abril, 2021

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, 30 abril, 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hija a quien amo infinitamente,
por ser el motivo para luchar y salir adelante día por día,
es por ella que me esfuerzo para alcanzar más y mejores logros,
buscando que se sienta orgullosa de mí
y para poder ser ejemplo de perseverancia y persistencia para lograr grandes metas.

Luber Yaneth Galindez Zuñiga

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primero que todo a Dios, porque gracias a él pude alcanzar esta meta,
gracias a sus bendiciones que día a día están en mi camino

A mis padres por el apoyo incondicional en cada momento, por haber hecho de mí una
persona de bien con principios y valores

A mi familia por el apoyo que me brindaron en el transcurso de esta maestría

A mi esposa que ha sido el pilar fundamental que me ha impulsado a seguir adelante, gracias
por su paciencia, porque en mis momentos difíciles estuvo brindándome su amor y
comprensión

Y al más hermoso regalo que Dios me ha dado, un nuevo integrante de nuestra familia, él ha
sido mi sueño y será lo máspreciado en mi vida, a mi hijo Emmanuel.

Segundo Anatolio Pérez Caicedo

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestros agradecimientos a:
Agradecemos principalmente a Dios por darnos la vida, por iluminar nuestro camino hacia la consecución de nuevos logros para nuestra vida, por ayudarnos a alcanzar este sueño tan anhelado

A la universidad Popular del Cesar por brindarnos la gran oportunidad de realizar nuestra formación académica.

A nuestra asesora la Magister Luz Ángela Ordoñez, por apoyarnos a través de sus conocimientos, paciencia sus consejos y su maravilloso don de gente.

A los estudiantes de los grados 9 y 10 de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza por su participación en el proyecto.

Luber Yaneth Galindez Zuñiga

Segundo Anatolio Pérez Caicedo

ABSTRACT

The main objective of this research was to implement an eco-pedagogical proposal to treat the raw water consumed in the Agricultural Educational Institution José Dolores Daza, through the use of primary filters.

The study used the methods of the mixed approach and action research and raised clear objectives to know the health problem caused by the consumption of undrinkable water in the educational community, propose primary filters as a solution to purify water and, provide materials that would be used in the elaboration of said filters, based on pre and post-treatment technical-scientific studies of raw water which allow verifying the functionality of this environmental, fast and economic solution.

The population was made up of 369 students from the Agricultural Educational Institution José Dolores Daza, from the Los Milagros district, El Bolívar municipality, Cauca department, from which a sample of 65 students from the ninth and tenth grades was selected.

The investigative process culminated in the production of the proposal “Generating drops of life through the primary filters”. It is a manual that explains how to make the primary filters. In order for their idea to spread to other communities that suffer from the same problem, their idea was shared through the blog <https://juanoser1997.wixsite.com/paso-filtros-primarios> and a video that can be seen on YouTube: <https://youtu.be/SK8X88GRAnM>.

In this way, the researchers achieved their general and specific, since the final results of the analysis of the drinkability of the water showed that it is possible to use the primary filters to treat the water and turn it into a safe and suitable liquid for consumption and human use.

Likewise, it was shown that creativity, together with the need for survival and environmental education, can be used to generate interesting solutions from natural and recyclable materials that are easy to acquire in the context, instead of depending on state aid that does not arrive on time or never show up.

Keywords: *primary filters; water treatment; raw water; water fit for human consumption.*

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación es implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios.

El estudio se sirvió de los planteamientos de los paradigmas naturalista-humanista o interpretativo y del positivismo lógico o empirismo, del enfoque mixto, del diseño anidado concurrente de varios niveles (DIACNIV) y de la investigación acción. Se planteó unos objetivos claros para: conocer el problema sanitario que causa el consumo del agua contaminada en la comunidad educativa; para proponer una solución que se cristalizó a través de una propuesta eco-pedagógica y para apoyarse en estudios técnico-científicos pre y post tratamiento del agua cruda que permitieron verificar la funcionalidad de esta solución ambiental rápida y económica.

La población de esta investigación estuvo conformada por los 369 estudiantes de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, del Corregimiento Los Milagros, municipio el Bolívar, Cauca de la cual se seleccionó una muestra de 65 estudiantes de los grados noveno y décimo.

El proceso investigativo culminó con la producción de la propuesta ***Generando gotas de vida a través de filtros primarios***, es en un manual que explica cómo fabricar los filtros primarios, para que la idea trascienda a otras comunidades que sufren el mismo mal, se compartió a través del blog <https://juanoser1997.wixsite.com/filtros-primarios> y de un video que se puede ver en youtube: <https://youtu.be/SK8X88GRAnM>.

De esta manera, los investigadores conquistaron sus logros, el general y los específicos, pues los resultados finales del análisis del tratamiento del agua demostraron que es posible usar los filtros primarios para tratar el agua y convertirla en un líquido seguro y apto para el consumo y uso humano.

De igual manera se demostró que la creatividad unida a la necesidad de supervivencia y a la educación ambiental pueden ser aprovechadas para generar soluciones interesantes a partir de materiales naturales y reciclables de fácil adquisición en el contexto, en lugar de depender de las ayudas estatales que no llegan oportunamente o que talvez nunca aparezcan.

Palabras clave: filtros primarios, tratamiento del agua, agua cruda, agua apta para el consumo humano, eco-pedagogía

Contenido

RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN.....	22
1.0. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
1. ESTADO DEL ARTE.....	25
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	32
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
1.3. OBJETIVOS.....	34
1.3.1. Objetivo general.....	34
1.3.2. Objetivos específicos.....	34
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	34
1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
1.6. CONSECUENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
2.0 MARCO REFERENCIAL.....	38
2.1. MARCO CONTEXTUAL.....	38
2.1.1. Ubicación geográfica.....	38
2.1.2. Descripción Histórica:.....	40
2.2. MARCO TEÓRICO.....	45

2.2.1 Tratamiento del agua.....	45
2.2.2. Características del agua.....	53
2.2.3. Las propiedades físicas del agua son: (FUNDACIÓN AQUAe, 2020).....	54
2.2.4. Las propiedades químicas del agua son:.....	54
2.2.5. Tipos de agua:.....	54
2.2.6. ¿Cómo realizar estudios para determinar la potabilidad del agua?.....	55
2.2.7. Análisis físico – químico.....	55
2.2.8. Determinación del nitrógeno amoniacal.....	58
2.2.9. Fijación de la cantidad recomendada del coagulante.....	58
2.2.10. Determinación de la dosis óptima de desinfección.....	58
2.2.11. Agua cruda.....	58
2.2.12. Potabilización del agua.....	60
2.2.13. ¿Qué son filtros primarios?.....	61
2.2.14. Tratamiento del agua con filtros primarios.....	62
2.2.15. Enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada.....	63
2.3. MARCO LEGAL.....	65
3.0. METODOLOGÍA.....	70
3.1. ENFOQUE.....	70
3.2. PARADIGMA.....	72
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	72
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	73

3.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	76
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	76
HIPÓTESIS NULA.....	76
HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	76
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS.....	77
EMERGENCIA DE LAS CATEGORÍAS.....	77
OBJETIVO.....	77
CATEGORÍA.....	77
SUBCATEGORÍA.....	77
Criterios fisico-químicos de potabilidad del agua.....	77
3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	78
3.7.1. Población y unidad de análisis.....	78
3.7.2. Muestra.....	78
3.7.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	79
3.7.4. Confiabilidad y validez del instrumento.....	80
4.0 ANALISIS DE DATOS.....	85
5.0 INFORME DE RESULTADOS.....	96
5.1. DISCUSIÓN.....	96
5.2. HALLAZGOS FUNDAMENTALES.....	99
5.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
5.3.1. Conclusiones.....	100

5.3.2. Recomendaciones.....	108
5.3.3. Recomendaciones para estudios futuros.....	109
REFERENCIAS.....	110
ANEXOS.....	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del Departamento del Cauca.....	37
Figura 2: mapa del Municipio de Bolívar.....	37
Figura 3: Mapa del Corregimiento Los Dolores.....	37
Figura 4: vista panorámica del Corregimiento de Los Milagros.....	39
Figura 5: Respuestas +a la pregunta 1, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	85
Figura 6: respuestas a la pregunta 2, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	85
Figura 7: respuestas a la pregunta 3, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	86
Figura 8: Respuestas a la pregunta 4, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	86
Figura 9: Respuestas a la pregunta 5, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	87
Figura 10. Respuestas a la pregunta 6, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	87
Figura 11: Respuestas a la pregunta 7, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	88
Figura 12: respuestas a la pregunta 8, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	88

Figura 13: respuestas a la pregunta 9, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes.....	89
Figura 14: respuestas pregunta 1, encuesta No. 3 aplicada a los.....	90
Figura 15: respuestas pregunta 2, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes.....	90
Figura 16 :respuestas pregunta 3, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes.....	91
Figura 17: respuestas pregunta 4, encuesta No. 3 aplicada a los.....	91
Figura 18: respuestas pregunta 5, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes.....	92

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuentas Hidrográficas del Municipio.....	38
Tabla 2. Hipótesis de investigación.....	75
Tabla 3. Variables de la investigación.....	75
Tabla 4. Tabulación y resultados del Alfa Cronbach, encuesta No. 1.....	80
Tabla 5. Tabulación y resultados del Alfa Cronbach, encuesta No. 2.....	81
Tabla 6. Tabulación y resultados del Alfa Cronbach, encuesta No. 3.....	82
Tabla 7. Resultados del segundo análisis comparativo del agua tratada en el filtro primario. .	93

ANEXOS

Anexo A. Encuesta No. 1 aplicada a los padres de familia.....	105
Anexo B. Encuesta No. 2 aplicada a los docentes.....	107
Anexo C. Encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes.....	109
Anexo D. Informe inicial descriptivo de la calidad del agua cruda, corregimiento Los Milagros.....	110
Anexo E. Informe pre y post purificación del agua a través de los filtros primarios.....	114

INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta a continuación es el resultado de una investigación que se llevó a cabo con los estudiantes de los grados noveno y décimo de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, Corregimiento Los Milagros, municipio el Bolívar, Cauca. El objetivo es Implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la mencionada institución a través de la utilización de filtros primarios.

Los móviles que motivaron el presente estudio, están relacionados con la responsabilidad ética, social, sanitaria y ambiental que deben cimentar el trabajo del docente de cualquier área del conocimiento, pues la comunidad educativa del Corregimiento los Milagros enfrenta graves problemas de salud ocasionados por el consumo de agua contaminada que afectan su bienestar y por ende su rendimiento académico.

Es necesario precisar el concepto de ciertos términos que debido a la temática y naturaleza de la investigación son recurrentes en este documento: filtros primarios, debe asumirse como un artefacto que se fabrica con materiales naturales y con artículos que pueden reutilizarse, su función fundamental es tratar el agua, se emplean principalmente como otra alternativa para obtener agua segura en zonas donde no se cuenta con una planta de tratamiento.

Por otra parte, debe precisarse qué se entiende por tratamiento del agua, consiste en convertir el agua en un líquido apto para el consumo humano, este término está relacionado con las normas y especificaciones que aplican los laboratorios especializados en los análisis

de la calidad del agua. El tratamiento del agua se lleva a cabo por medio de procesos almacenamiento, aireación, coagulación, desinfección y el que hace parte de este estudio, la filtración.

Por otra parte, es necesario establecer la diferencia entre agua cruda y agua potable, la primera es la que procede de las fuentes de abastecimiento y llega al usuario sin ningún tratamiento, la segunda es la que ha sido tratada o purificada y que se puede consumir sin problema.

Otro término importante es la ecopedagogía, este término surge de un movimiento social y político que se preocupa por ofrecer una pedagogía que garantice el desarrollo sostenible de los pueblos.

Para obtener, sistematizar, interpretar, entender y analizar la información recolectada se utilizó el paradigma positivista y el interpretativo; el enfoque mixto permitió fundir en un solo estudio los datos emanados de los estudios técnicos de las propiedades físico-químicas del agua, con las percepciones, experiencias, necesidades e intereses del grupo meta. De otra parte, el diseño anidado concurrente de varios niveles, permitió recolectar datos cuantitativos y cualitativos en diferentes etapas del proceso; finalmente, gracias a la investigación acción el fue posible diseñar una estrategia didáctica de educación ambiental titulada ***Generando gotas de vida a través de filtros primarios*** que se socializó a la comunidad a través de un blog y de un video en youtube.

La identificación del problema de consumo de agua contaminada, resultó del análisis del trayecto que recorre este líquido desde la boca toma hasta llegar a los grifos de la comunidad educativa; se encontró que en este camino está contaminado principalmente por las heces de los animales que se mueven y viven a su alrededor. Dicha información fue

constatada por el estudio inicial de análisis de potabilidad del agua, realizado en un laboratorio y por las enfermedades que padecen los integrantes de la comunidad educativa, situación que se evidenció a través de la aplicación de encuestas aplicadas a los estudiantes, padres de familia y profesores.

Los estudios técnicos de análisis de las características primarias del agua, permitieron comprobar las dos hipótesis cuantitativas: el primer estudio, demostró que el agua que se consume en el Corregimiento Los Milagros, no es apta para el consumo humano; el segundo estudio comparativos de las dos muestras, de agua cruda y de agua tratada, permitió verificar la efectividad de los filtros primarios como una solución nueva, adicional y temporal para tratar el agua.

La investigación consta de 6 capítulos: el primero, corresponde al estado de arte en el cual se presenta trabajos de grado, artículos de investigación y otros estudios donde se plasman experiencias exitosas que se realizaron en contextos internacionales, nacionales y regionales donde se vivían situaciones similares a las del Corregimiento los Milagros y se encontró en la fabricación de artefactos artesanales una solución, en algunos casos definitiva y en otros temporal.

En el segundo capítulo, se abordan los conceptos teóricos que orientan y soportan la investigación, en tercero se explica la metodología utilizada en el estudio: paradigma, enfoque, diseño y tipo de investigación, los instrumentos de recolección de información y la población y muestra que hicieron parte del presente estudio.

El capítulo cuarto se puede evidenciar el análisis de los datos, los cuales se relacionan en forma ordenada y detallada. En el capítulo quinto se hace un análisis pormenorizado de los resultados de la investigación y en el sexto la discusión que comprende los hallazgos fundamentales y las conclusiones y las recomendaciones para estudios futuros.

1.0. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

1. ESTADO DEL ARTE

Numerosos son los estudios y aplicación de los resultados de los mismos en la elaboración de filtros para convertir el agua en un líquido apto para el consumo y uso humano. Considerando la naturaleza y el propósito de la presente investigación, a continuación se reseñan casos en los que la utilización de los filtros primarios mejoró significativamente la calidad del agua de varias instituciones educativas, barrios y comunidades; asimismo, la búsqueda se enfocó en el componente pedagógico, es decir, en las etapas de elaboración de los filtros primarios como: capacitación al grupo meta, identificación y búsqueda de los materiales naturales y artículos reciclables que se emplearán, la producción y utilización del filtro ya que estas acciones y procesos potencian la educación ambiental en las instituciones educativas.

En el panorama académico internacional se presentan experiencias de potabilización del agua, como el denominado: *Diseño de un filtro potabilizador ecológico para comunidades rurales, utilizando la moringa oleífera*, se presentó en la universidad de Guayaquil por Rodríguez (2018) en la provincia de Cuenca en el Ecuador. El objetivo de la investigación consistió en potabilizar el agua de comunidades rurales sin emplear sustancias químicas; de la moringa se utilizó la semilla para fabricar un el filtro ecológico (lento ascendente), con el cual es posible la remover la turbidez en un alto porcentaje del 90% y del 100% en la remoción de

coleiformes fecales y benefició a 300 familias del Cantón Ely Alfaro. Este sistema de potabilización es totalmente amigable con el medio ambiente, de muy bajo costo, constituyéndose en una excelente alternativa para que las comunidades rurales disfruten de agua segura para el uso y consumo de las personas. Estos resultados son un buen referente para la presente investigación.

En Etiopía, Isabel Diaz (2019) investigadora del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, publicó el artículo: *Tecnología española para llevar agua potable a zonas rurales de Etiopía*; con el objetivo de reducir los altos niveles de fluoruro presentes en le agua hasta un nivel de 1,5 miligramos por litro, límite establecido por la Organización Mundial de la Salud, para ello, ubicaron dos filtros en dos pozos contaminados en las localidades de Dida y Obe, para filtrar el agua con zeolitas y de esta manea dotar de un líquido más seguro a la comunidad que padece la enfermedad conocida como fluorosis (enfermedad ósea causada por el consumo de agua con fluoruro). El apoyo de la tecnología española fue importante para construir un filtro con zeolitas (piedra de origen volcánico que abunda en la región). Estos filtros beneficiaron a una escuela con 400 niños. El filtro construido es económico ya que las zeolitas abundan en Etiopía, cuyas características porosas permiten detener cantidades importantes de sodio, potasio y magnesio. El artículo representa un buen ejemplo para seguir con en la IE José Dolores Daza, donde se pueden utilizar materiales primarios para elaborar filtros que permitan consumir agua en mejores condiciones.

En Arequipa – Perú en la publicación Especialidad en Toxicología y Control Alimentario, Rossi Gloria (2017), publicó el artículo denominado: *Diseño de un purificador de agua para uso en la pequeña industria alimentaria*, ejecutado en la universidad Nacional de San Agustín, con el objetivo de contribuir al desarrollo económico directo a través de la pequeña industria alimentaria para procesar sus propios productos agrícolas. para ello se propuso el

uso de filtros de arena, los cuales son económicos, fáciles de instalar, operar y mantener. Las pruebas se hicieron con aguas inadecuadas para el consumo humano, se probaron cuatro tipos de filtros: uno de carbón activado y depuración vegetal usando raíces de pasto; otro elaborado con ceniza de cascarilla de arroz y depuración con raíces de pasto; un tercer filtro hecho a base de carbón activado, ceniza de cascarilla de arroz y depuración vegetal con raíces de pasto y el último usando la ceniza de cascarilla de arroz. Después de las respectivas pruebas el de mayor eficiencia fue el elaborado con carbón activado, ceniza de cascarilla de arroz y depuración vegetal con raíces de pasto, que eliminó hasta en un 99,97% la turbidez. La experiencia peruana demuestra que es posible desinfectar el agua a muy bajo costo con elementos naturales fáciles de conseguir en las zonas donde se llevan a cabo los proyectos como es el caso de la realizada en la IE José Dolores Daza.

Otro experimento relevante para la presente investigación es: *Evaluación de la remoción de arsénico en agua superficial utilizando filtros domiciliarios*, realizado por Villa (et. al. 2018) y ejecutado en la localidad de Coruca, distrito de Inclán, Perú, donde el agua que consumen las personas presenta altos niveles de arsénico el cual produce varias alteraciones en el organismo humano, incluido el cáncer. El objetivo del estudio consistió en evaluar filtros domiciliarios para remover el arsénico presente en el agua; para lograrlo se instaló un sistema compuesto por un filtro tradicional de arena y un filtro con material adsorbente de hierro cerivalente estabilizado en quitosano, durante 12 semanas se evaluó su utilidad en 18 puntos de uso con resultados que demostraron la eficiencia del sistema en la remoción del arsénico presente en el agua en condiciones naturales hasta en un 99.8%. Este estudio demuestra que si es posible remover las sustancias contaminantes del agua utilizando materiales primarios para elaborar filtros, como lo propone la presente investigación.

Con la instalación de una microplanta de tratamiento de agua se benefició a las familias ubicadas en la comunidad Nativa de Chunchiwi, distrito de san Roque de Cumbaza en el Perú, llevando agua apropiada a los profesores y alumnos de una escuela rural y a 400 habitantes de la región. La filtración del agua se hace a través de un filtro de arena lento, con bajos costos de instalación, fácil de operar y mantener por parte de la comunidad. La filtración lenta remueve la turbidez, los coliformes fecales y totales; además, con este proyecto se sensibilizó a los estudiantes sobre la necesidad de dar uso adecuado al agua y disminuyó las enfermedades gastrointestinales. El agua tratada presenta buen aspecto y sabor agradable gracias a la efectividad del 95% de los filtros de arena; la investigación se denominó: *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano obtenido en una microplanta utilizando filtro lento de arena* y lo desarrolló Aguilar (2019) en la universidad Agraria de la Selva con el objetivo de mejorar la calidad de vida del poblador rural mediante instalación de una microplanta de potabilización de agua rural por el método de filtración lenta de arena y comprobar que pueda ser utilizada en el consumo humano, los resultados obtenidos muestran que es posible construir soluciones adecuadas para obtener agua en condiciones aptas para el consumo humano, esto, fortalece la propuesta de la presente investigación.

A nivel nacional es importante la experiencia del barrio el Consuelo en el sur de Bogotá, denominado: *Estado de arte los sistemas de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa de ahorro de agua potable en viviendas*, monografía presentada por Montero (2016) para optar por el título de Ingenio Civil en la universidad Santo Tomás, Bogotá. El objetivo de la investigación fue constituir el estado de arte respecto a los sistemas de recolección, almacenamiento y uso de las aguas lluvias. El agua recolectada se utilizó en el lavado de pisos y descargas sanitarias, un buen ejemplo de aprovechamiento de este recurso. Sin embargo, el proceso de recolección y almacenamiento no eran los adecuados, se dejan a la

intemperie lo que los convierte en focos de contaminación; en ese sentido, el proyecto asesoró en estos campos y en la potabilización a través de un filtro elaborado con carbón activado, arena, gravilla y sintéticos para adicionar en la parte superior arriba y abajo para que el agua también se utilice para el consumo humano. Estos proyectos se constituyen en un buen referente para la presente investigación.

El trabajo de grado: *Evaluación de un sistema de filtración para el tratamiento de agua cruda utilizando cascarilla de café modificada con nanopartículas de plata*, presentado por Cediell y Diaz (2020) en la universidad Santo Tomás, Bogotá. Las nanopartículas se sintetizaron con reducción química (borohidruro de sodio) y síntesis verde (té verde) obteniendo porcentajes de remoción en coliformes totales y fecales mayores al 99%. Los resultados demostraron que el agua tratada se podía destinar a uso agrícola y recreativo.

Es pertinente mencionar la investigación realizada en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), por Galvis, González y Murillo (2020) denominada: *Manual técnico para la elaboración de coagulantes / floculantes a partir de productos naturales*, cuyo objetivo es difundir a la comunidad SENA y a la población en general, una metodología sencilla, eficiente y de bajo costo que permita la obtención de coagulantes/floculantes a partir de sustancias de origen natural; sugerir el uso de estos para evitar las trazas contaminantes que dejan los coagulantes/floculantes empleadas en el tratamiento y potabilización de agua y enunciar los procedimientos para la elaboración de coagulantes/floculantes, para inmovilizar partículas coloidales o disueltas, responsable de la presencia de algas y bacterias, así como la turbidez y el color aparente del agua. Ejemplo de estas sustancias naturales son la moringa oleífera, el frijol mesquite, el frijol común, el tamarindo, la lenteja y los taninos de diversas especies de robles y pinos. Este manual es un aporte significativo para la investigación que se realiza en la IE José Dolores Daza.

En la universidad Militar Nueva Granada, Dayana Gonzáles (2010), presentó el trabajo de grado: *Sistemas no convencionales de tratamiento de aguas superficiales para comunidades de desplazado en estado de emergencia (Caso Villa Clarín)*, con el objetivo de analizar diversas alternativas no convencionales para el tratamiento de aguas superficiales que aporten a la mejora de la calidad de vida de los desplazados, para solucionar los problemas de agua segura que adolecen estos habitantes por falta de una planta de tratamiento o una red de distribución. Los sistemas no convencionales que se utilizaron en este caso fueron: Coagulación y floculación, la raíz de la mandioca o yuca, las semillas de la moringa oleífera, almacenamiento y sedimentación (tres ollas), filtros de velas filtrantes, filtros de velas de carbón y filtro de arena y la desinfección por radiación solar. El aporte a la presente investigación radica en que estos métodos son fáciles de fabricar y se pueden utilizar en cualquier zona del país, su costo es muy bajo y con ello se proporciona educación sanitaria a la comunidad y fortalece la acción comunitaria en la gestión del proyecto.

En el ámbito regional se resalta los experimentos realizados en el corregimiento del Encano y en el Charco Nariño en el cual se reunió información sobre la estrategia de potabilización, con soluciones alternativas enfocadas al progreso de las comunidades rurales y urbanas para mitigar la necesidad de este vital líquido y contrarrestar las enfermedades producidas por consumir agua cruda. Los filtros se fabricaron con elementos naturales que se encuentran en la región como el carbón, la arena, la arcilla con baño de plata coloidal, los cuales beneficiaron también a familias de la Guajira, Silvania – Cundinamarca, Escuela de Nevado del Ruiz, Villamaria- Caldas. La investigación la realizaron Acosta, Córdoba, Pacheco y Ramírez (2016).

La propuesta de Entornos Saludables, del Instituto Departamental de Salud de Nariño, es un proyecto integral, donde se encuentran soluciones prácticas y sencillas como la utilización

de pastillas de cloro y el uso de paños de algodón, filtros de arena, recolección y almacenamiento de aguas lluvias, casas aguateras, uno muy novedoso, la utilización de envases reutilizables. Todos estos con elementos naturales o materiales de fácil acceso en la zona y se complementan con las propuestas de saneamiento básico como el manejo de excretas y el control de plagas e insectos. El objetivo del trabajo consistió en plantear tecnologías alternativas apropiadas de solución en agua potable y saneamiento básico en el marco de la Estrategia de Entornos Saludables para el departamento de Nariño, realizado por Arciniegas, Garzón, Gómez y Mera (2015).

Otro proyecto de importancia en la región es el denominado: *Implementación del proceso de desinfección del sistema de potabilización del agua en la vereda el Paraíso del municipio de Colón, Nariño*. Si bien el sistema de abastecimiento es aceptable las características del agua por provenir de quebradas y arroyuelos contaminados por actividades agrícolas y de ganadería, y el deficiente almacenamiento, no la hacen apta para el consumo humano; por estas razones, estudiantes de ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Delgado y Muñoz (2019) con el apoyo de la alcaldía municipal del municipio de Colón, diseñaron la instalación de una caseta de cloración para aumentar la calidad del agua, con el fin de adicionarle cloro granulado a través de un sistema de goteo. Se menciona este proyecto por las características, ya que no implica costos elevados, con la asesoría de un ingeniero es posible diseñar el sistema de goteo y obtener agua en buenas condiciones para el consumo de las personas. El objetivo del proyecto consistió en la implementación de un sistema de desinfección del agua con cloro granulado para consumo humano de los habitantes de la vereda El Paraíso, para beneficiar a 90 personas las cuales toman el agua de las quebradas o fuente más cercana a través de mangueras hasta sus hogares para utilizarla en la preparación de alimentos, limpieza y aseo personal, sin ningún tratamiento previo.

Las experiencias relacionadas en el estado de arte se convierten en una valiosa herramienta no solo para las comunidades donde no existen los sistemas de acueducto o plantas purificadoras de agua, sino para las instituciones educativas ubicadas en esas zonas rurales que adolecen de agua tratada para el consumo humano. Las investigaciones y artículos mencionados demuestran que con un poco de ingenio, con trabajo comunitario y con la orientación de educadores dispuestos a contribuir con su labor al desarrollo de las regiones, es posible suministrar agua en condiciones mejoradas para el consumo humano con la cual se evita la propagación de las denominadas enfermedades hídricas.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema que refiere la presente investigación, no radica en la cantidad, sino en la calidad del agua que consumen los estudiantes de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza: el departamento del Cauca cuenta con una gran cantidad de fuentes naturales de suministro de este líquido, pero los habitantes del Corregimiento Los Dolores adolecen de una planta de tratamiento; es decir, el agua destinada al uso doméstico y al consumo humano no es segura, no cumple con los estándares de potabilidad. Ellos se abastecen del agua que captan de un nacimiento, desde allí, el agua es conducida a través de mangueras hasta un tanque de almacenamiento desde el cual es distribuida a las viviendas a través de tuberías, sin recibir ningún tratamiento.

El trayecto que recorre el agua antes de llegar al tanque de almacenamiento no tiene cerca de protección; por lo tanto, los equinos y bovinos presentes en el lugar, beben el agua y al acceder a las fuentes remueven el barro y contaminan el agua con sus deposiciones. Las alcaldías están obligadas a comprar y proteger los predios donde estén ubicados los nacimientos de agua, a hacer mantenimiento constante para evitar el taponamiento de las

mangueras, a resembrar árboles y a evitar la tala de árboles y los incendios forestales cercanos a la bocatomá; no obstante, esto no ocurre en el citado corregimiento.

La falta de un acueducto provoca enfermedades como diarrea, disentería, fiebre tifoidea, producidas por la presencia de agentes patógenos, compuesto químicos orgánicos, sustancias químicas inorgánicas, nutrientes vegetales inorgánicos, sedimentos o materias suspendidas, sustancias radioactivas y contaminación térmica. Esta situación afecta a la población del Corregimiento de los Milagros, en el caso de la Institución Agropecuaria José Dolores Daza perjudica el rendimiento escolar de los estudiantes, debido al ausentismo que se evidencia en las aulas de clase.

Con este proyecto se pretende proponer soluciones fáciles, prácticas, inmediatas y de bajo costo para tratar el agua y convertirla en apta para el consumo de las personas. Las acciones en orientadas a obtener agua segura, también pueden ser utilizadas para combatir el problema de la falta de conciencia ambiental, responsable del desperdicio del agua, la cual se emplea de manera desmedida para lavar los andenes de las casas, los carros y motocicletas y en el uso doméstico, entre otros. La cultura de los habitantes del sector concibe los recursos naturales como elementos que existirán perpetuamente y no les preocupa cuidarlos.

El problema de la falta de agua potable, las razones que justifican este estudio y la generación de una propuesta novedosa que pueda materializarse a través de un mecanismo adecuado inmediato y económico, condujeron a los investigadores a plantearse la siguiente pregunta de investigación:

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que consumen los estudiantes de la Institución Educativa agropecuaria José Dolores Daza del corregimiento

Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca a partir de la construcción de filtros primarios?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características primarias del agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, a través de un estudio técnico.
- Implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios.
- Analizar la eficacia de los filtros primarios en el tratamiento del agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza

1.4. JUSTIFICACIÓN

Las entidades del gobierno nacional, departamental y regional son las responsables de garantizar el suministro de agua potable a la población por medio de la construcción e implementación de plantas de tratamiento y de una infraestructura adecuada que lleve agua apta para el consumo humano desde la fuente de abastecimiento hasta las viviendas.

Desafortunadamente, aunque las leyes así lo disponen esto no ocurre en el corregimiento Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca.

El derecho al suministro de este tipo de servicio público, está reglamentado en la Constitución Política de Colombia: el artículo 78 establece la responsabilidad del Estado para regular y controlar la calidad de los bienes y servicios ofrecidos. (Congreso de la República de Colombia, 1991); por otra parte, el decreto 1575 y la Resolución 2115 de 2007, dictan las normas para asegurar que el agua que llega a las viviendas sea apta para el consumo humano (Ministerio de la Protección Social, 2007).

Por las razones expuestas, el propósito de este estudio es implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios. Su importancia radica en que dicha propuesta, no solo constituye una alternativa de solución al consumo de del preciado líquido, sino que a través de las acciones que se emprenden para fabricar los filtros primarios, se crea conciencia ambiental sobre la necesidad de cuidar las fuentes hídricas. Así las cosas, la comunidad del corregimiento Los Milagros y el medio ambiente, se benefician con la alternativa eco-pedagógica que hace parte de esta investigación.

La elaboración e implementación de la propuesta que motiva la realización de este estudio, se fundamenta en un marco teórico que incluye los conceptos y teorías relacionados con las propiedades físico-químicas del agua, con los tipos de agua, con los estudios que se emplean para determinar la potabilidad del agua, con los procesos de potabilización, con los filtros primarios, con el tratamiento del agua por medio de filtros primarios y con las enfermedades relacionadas con el consumo de agua impotable.

Por otra parte, en la actual situación que se vive en el corregimiento Los Milagros, la utilización de un mecanismo para tratar el agua, es una necesidad inminente que detendrá la adquisición y expansión de enfermedades como la fiebre tifoidea, hepatitis A, disentería,

cólera y enfermedades gastrointestinales, situación que confirma la pertinencia de la realización del presente estudio.

Los resultados de esta investigación pueden superó el espacio del aula de clase para trascender a la comunidad educativa, pues el prototipo de filtro primario que se elaboró entre los estudiantes y los maestros investigadores, se replicó en los hogares de los estudiantes que hicieron parte del grupo de estudio, en la comunidad educativa de la Institución José Dolores Daza, en los habitantes de la región y en cualquier punto de la esfera ya que es posible compartirlo en youtube y en la web a través de un blog.

La viabilidad de este estudio, está determinada por la presencia y fusión de elementos que facilitaron su realización: como el grupo meta, el trabajo de los investigadores, el contexto, la toma de muestras de agua cruda y tratada, el trabajo cooperativo con los estudiantes, la identificación de los materiales reciclables y ecológicos para fabricar los filtros primarios, los estudios técnicos de laboratorio, el tiempo y los recursos económicos.

Numerosos estudios que se identificaron en el panorama académico-investigativo internacional, nacional y regional, demuestran que es posible y necesario elaborar herramientas y/o artefactos sencillos como los filtros primarios para tratar el agua que se consume en zonas rurales de difícil acceso, donde no se registra la presencia del Estado para solventar este tipo situaciones sanitarias. Asimismo, es posible evidenciar el doble propósito de los estudios en los cuales confluye una alternativa de solución y una oportunidad para fomentar la educación ambiental.

Los procesos de purificación del agua que se encontraron en las investigaciones van desde el simple uso de un trozo de tela a través del cual se pasa el agua, la elaboración de filtros primarios con arena, carbón activado, semillas de plantas, almidones, piedras, y el uso

de sustancias químicas como el cloro o el yodo, hasta la fabricación de pequeñas plantas de tratamiento.

Bajo esta perspectiva, la investigación realizada en la Institución Educativa José Dolores Daza puede llegar a convertirse en un importante punto de referencia, en ejemplo y asesoría para otros colegios o centros educativos, no solo de la región sino del país y del mundo, pues en la mayoría de los estudios y experiencias similares a la presente, la construcción y utilización de este tipo de artefactos, representó una solución temporal. Por el contrario, en el Corregimiento Los Milagros, considerando su ubicación geográfica, la distancia en relación con la cabecera municipal, los problemas de seguridad social, la violencia entre otros problemas de la zona; el uso de los filtros primarios es una solución que proporcionará agua segura a los habitantes del sector durante un periodo importante de tiempo.

Los investigadores consideramos importante que este tipo de trabajos se realicen a nivel local y sobre todo en las zonas rurales donde la presencia de las entidades responsables de suministrar este líquido de vital importancia en el desarrollo y diario vivir del ser humano, no hacen presencia. Por lo tanto, las instituciones educativas y con ellas la educación ambiental, como las principales fuentes de generación de conocimiento, capacitación y acompañamiento, son las indicadas para impulsar este tipo de investigaciones y emprendimiento que mejoran la calidad de vida de los habitantes de estas regiones.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Como se anotó, la mirada global del fenómeno que puede hacerse a través de las percepciones, experiencias, sentimientos y sensaciones de los informante y del aporte de los datos numéricos permitió una diseñar una estrategia didáctica de educación ambiental, que

superó los límites de la comunidad y la institución educativa, para proyectarse a cualquier comunidad que padezcan el mismo problema para que a partir de elementos que pueden encontrar en sus casas purifiquen el agua que van a usar y a consumir.

1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Además de viable la investigación es necesaria, aunque no pudo realizarse dentro del plazo y las condiciones que se habían planeado, debido a las circunstancias especiales de aislamiento y cuidados que debieron y deben tomarse a consecuencia de la pandemia del covid 19. Los actores involucrados en el proceso: estudiantes, profesores, padres de familia y los investigadores siempre estuvieron dispuestos a colaborar, se contó con los mecanismos que garantizaron los encuentros para realizar las capacitaciones, con los materiales e implementos para elaborar los filtros y aunque tomó bastante tiempo para obtener los resultados finales, también fue posible contar con los laboratorios químicos que realizaron los análisis de la calidad del agua antes y después de ser purificada en los filtros primarios.

1.6. CONSECUENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN

El tema de investigación del presente estudio, surgió, como respuesta a la responsabilidad ética, social, sanitaria y medio ambiental que debe considerarse en estos momentos en que el ser humano centra sus acciones en la satisfacción de sus intereses personales, en detrimento del bienestar de todos los seres vivos que se benefician y se sirven de los recursos naturales. Es claro que la investigación ofrecerá importantes y necesarios aportes a la salud y bienestar de la comunidad del corregimiento Los Milagros, municipio el Bolívar, departamento del Cauca. Los estudiantes de los grados noveno y décimo de la Institución Educativa

Agropecuaria José Dolores Daza serán los portadores de una solución efectiva y fácil elaboración para tratar el agua que se consume en su vereda a través de los filtros primarios.

2.0 MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO CONTEXTUAL

2.1.1. Ubicación geográfica

La investigación se llevará a cabo en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza del Corregimiento de Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca. A continuación, se detalla la información relacionada con el macro y micro contexto de la investigación. Para ello es preciso ubicar la posición geográfica del departamento, del municipio y del corregimiento, (figura 1).

Figura 1:
Mapa del Departamento del Cauca



Fuente: Google maps. Disponible en: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/cauca/index.html>

Figura 2:
Mapa del Municipio de Bolívar



Fuente: Google maps. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Bol%C3%ADvar_\(Cauca\)#/media/Archivo:Colombia_-_Cauca_-_Bol%C3%ADvar.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Bol%C3%ADvar_(Cauca)#/media/Archivo:Colombia_-_Cauca_-_Bol%C3%ADvar.svg)

Figura 3:
Mapa del Corregimiento Los Dolores



Fuente: PEI Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza. Sede Básica Primaria.

El municipio de Bolívar se localiza en la subregión sur del departamento del Cauca, (figuras 2 y 3) hace parte del macizo colombiano, está situado a 145 Km, de Popayán, y con una altitud

de 1.777 mts. s.n.m; sus habitantes son 44.001; (POT, 2011), tiene una temperatura de 19° C y una precipitación anual de 1.688 m.m.

Sus límites son: al norte con los municipios de Patía y Sucre, al sur con el municipio de Santa Rosa y con los municipios nariñenses de San Pablo y la Cruz, al oriente con los municipios de Almaguer y San Sebastián y al occidente con los municipios de Florencia y Mercaderes (POT, 2011).

Los pisos términos del municipio de Bolívar están distribuidos de la siguiente manera: Clima cálido y medio, se presenta principalmente la depresión del Patía y parte de la cordillera Central; el piso térmico frío en la parte alta de la cordillera (POT, 2011). El municipio cuenta con numerosas fuentes de aguas naturales, permanentes y temporales las cuales hacen parte de la red hidrográfica del municipio. En la parte alta de los corregimientos de San Juan, Los Milagros y San Lorenzo se localiza la mayor cantidad de fuentes de agua superficiales. (POT, 2011). Además de los ríos Blanco, Guachicono, San Jorge y Sambingo, que lo riegan y abastecen a la población de la zona.

Cuencas Hidrográficas del Municipio de Bolívar, las cuales se pueden apreciar en la Tabla 1

Tabla 1.

Cuentas Hidrográficas del Municipio

Subcuenca	Microcuenca	Quebrada	Área (ha)
Guachicono	Guachicono	Río Guachicono	3029
	Q. El Saque	Q. El Saque	1741
	Q. Agua Sucia	Q. Agua Sucia	2838
	Q. El Guineal	Q. El Guineal	1606
	Q. El Molino	Q. El Molino	1104
Río Sambingo	Q. El Pepinal	Q. El Pepinal	1739
	Q. La Cucaracha	Q. La Cucaracha	4441
	Río Dantas	Río Dantas	3779
	Río Hato Viejo	Río Hato Viejo	3649
	Río Sambingo	Río Sambingo	10060
	Cimarronas	Q. Cimarronas	1432
	Cuchilla Bonifacia	Q. Cuchilla Bonifacia	1030
	Q. Balcones	Q. Balcones	517
	Q. Butuyaco	Q. Butuyaco	4223
	Q. El Cocal	Q. El Cocal	529
	Q. El Tachuelo	Q. El Tachuelo	1149
Río San Jorge	Q. La Caldera	Q. La Caldera	7893
	Q. Montes	Q. Montes	1013
	Q. Rancherías	Q. Rancherías	1331
	Q. Sánchez	Q. Sánchez	5448
	Q. Salado del Llano	Q. Salado del Llano	2177
	Río La Plata o San Juan	Río La Plata o San Juan	3811
	Río San Jorge	Río San Jorge	8511
	Saraconcho	Q. Saraconcho	3620

Fuente: (POMCH, 2006).

En el municipio de Bolívar nacen las microcuencas: Palmitas, El Tachuelo, Sánchez, Blanco, La Playa, Hato Frío, la Caldera, Butuyaco, Dantas, Pepinal, Agua Sucia, Guineal y Hato Viejo, llevando sus aguas a las subcuencas mencionadas arriba. Sin embargo, gran parte de las quebradas que riegan a los corregimientos de Capellanías y La Carbonera se han secado actualmente, son corrientes temporales. La oferta de agua natural (POMCH, 2006).

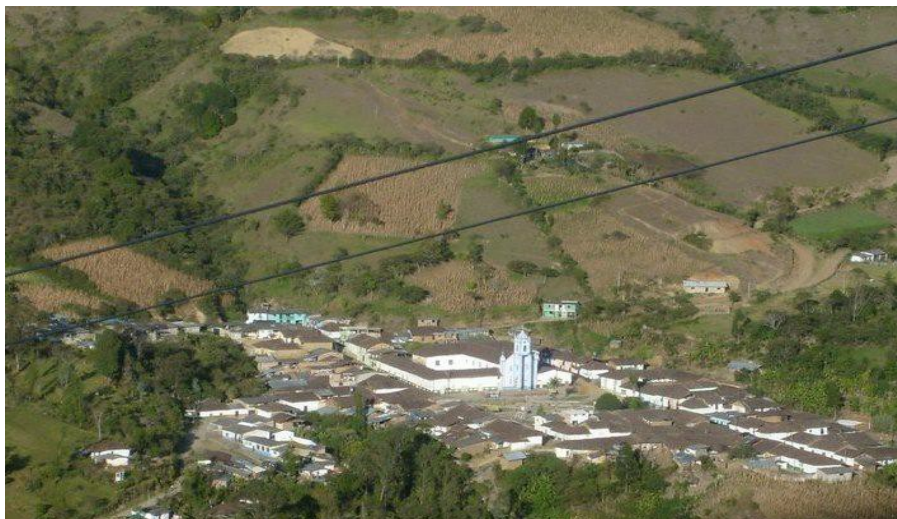
2.1.2. Descripción Histórica:

Antiguo “pueblo de indios el Jayo”, está situado en el lugar conocido como el filo de las cruces, más concretamente en lo denominado hacienda de Achupallas. Su ascendiente indígena es la característica principal del fenotipo de sus pobladores, que sin ser parte de los procesos de reivindicación étnica, se reconocen a sí mismos como indígenas, (POMCH, 2006). Sus habitantes son mestizos y campesinos, algunos de ellos son oriundos del departamento de Nariño.

Los Milagros, Municipio de Bolívar, tiene un área de 88.4 Kmts². con una densidad de 64,02 y su rango altitudinal encuentra entre 2.600 a 2.800 metros aproximadamente (POMCH, 2006).

El corregimiento cuenta con las siguientes veredas: La Fuente, Rodrigo, Los Amarillos, Aguas Regadas, Loma Larga, Palma o Pocos, los Potreros, El Salto, Las Dantas, El Tambo, Yunguillas, Villa Marría, La Zanja, Chopiloma, Montañitas, Palma o Pocos y Chitacorrall. Dentro de las cuales habitan 6.004 habitantes (10,11%) de la población total, cerca de 700 familias en toda el área (POMCH, 2006), (figura 4).

Figura 4:
Vista panorámica del Corregimiento de Los Milagros



Fuente: fuente Google. Disponible: https://www.google.com/search?q=vista+panor%C3%A1mica+el+corregimiento+los+milagros+departamento+del+cauca&sxsrf=ALeKk02xGILtasAA9YcP-t8Tm-I-1QRDVw:1595267936053&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=93Pit0xXwASYIM%252CTQbNRsnyS08D_M%252C_&vet=1&usg=AI4-kQljkNXTcLWwQP9FZM8qLDoWq4jA&sa=X&ved=2ahUKEwjkkpmVtNzqAhUwWN8KHRk0BuUQ9QEwAXoECAkQBw&biw=1821&bih=889#imgrc=2K0yAXA8ZcT-dM

Las principales actividades económicas de la región son:

- La ganadería.
- La agricultura con cultivos de maíz, frijol, ulloco, papa, cebolla, achira, quinua y trigo; en las partes más calientes se cultiva café, yuca, caña de azúcar, guineo y cultivos ilícitos como la coca en las zonas más bajas.
- Producción pecuaria representada por la cría de gallinas, cuyes y cerdos.

En la parte alta de la cuenca la población tiene en promedio, una hectárea de tierra por familia, constituida por humedales, vegetación de subpáramo, bosques naturales abiertos, pastos y rastrojos, que facilitan la producción ganadera y agrícola. La densidad de población en la zona alta del corregimiento es de 81,47 habitantes por Km². (POMCH, 2006).

Condiciones climáticas del Corregimiento Los Milagros.

De acuerdo con las características climáticas del río Dantas, en la región se encuentra cinco tipos de climas: cálido semi-árido, templado semi-árido, templado semi-húmedo, frío semi-húmedo y frío húmedo; luego el bajo húmedo y páramo bajo super-húmedo, y las áreas de los tipos climáticos con porcentajes bajos, presentan climas cálidos semi-húmedo y páramo alto súper-húmedo (POMCH, 2006).

Dentro de las zonas de los nacimientos de las fuentes de agua, existe una gran variedad de vegetación natural, como helecho, encenillo, mayo, laurel, chicarrero cordoncillo, moquillo, encino, mayo, forrajeros, pasto sobrecama, helechillo. Las acciones negativas persistentes son la tala de árboles, la roza y los incendios forestales (POMCH, 2006).

Otro factor negativo es la presencia de cultivos de amapola y coca (en la parte más baja), ampliando la frontera agrícola hacia las zonas montañosas, con el agravante de la contaminación causada por el uso de insumos químicos para su fertilización y control. Estos cultivos han desplazado la producción de otros productos de pan coger propios de la región, y aunque no han generado problemas de desabastecimiento, si afectan patrones alimenticios y culturales (POMCH, 2006).

La cría de cuyes, gallinas y cerdos está destinada al consumo familiar; algunas especies y los huevos se venden en el mercado; la producción de cerdos alcanza a uno o dos por año. Las actividades agrícolas son artesanales, pues no se utiliza la tecnología para aumentar la productividad, por lo general esta se destina al autoconsumo. Una de las actividades productivas representativas es la elaboración de la cera de laurel (Martínez J., 2008).

Con relación al microcontexto, es necesario precisar que la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza está situada al suroriente del municipio de Bolívar. Tienen

como área de servicio educativo a las veredas que pertenecen al corregimiento de los Milagros; entre ellas: Los Potreros, el Salto, la Palma, Loma Larga, Rogrido, la Fuente El vecia, el Tambo, Yunguilla, la Zanja, Aguas Regadas, los Amarillos, Villa María, Montañitas y la cabecera corregimental de los Milagros.

Por la iniciativa del líder campesino José Dolores Daza, oriundo de los Milagros quién para el 2 de junio de 1992 fue elegido como alcalde del municipio el Bolívar y lamentablemente fue asesinado con solo 175 días de administración. En el discurso de despedida del primer campesino alcalde, el gobernador de ese entonces Temístocles Ortega Narváez prometió la creación de un colegio que lleve el nombre del líder inmolado. El 30 de diciembre de 1993 se creó por la Ordenanza 053 el colegio Agropecuario José Dolores Daza, iniciando labores el 3 de octubre de 1994.

La base de la economía del corregimiento es la actividad agrícola y en menor proporción la actividad pecuaria; estas condiciones hacen que más del 60% de la población, este ubicada en la línea de pobreza; con familias por lo general muy extensas. La gente que vive en el corregimiento de los Milagros es en su mayoría son auténticos descendientes de familias que han vivido por varias generaciones en la población, como también de grupos de indígenas Andaquíes, Yanaconas y Quillacingas.

La institución ha mejorado los índices de escolaridad, actualmente existe un gran número bachilleres egresados de los cuales algunos son profesionales y prestan sus servicios a la región. A partir del año 2000 la institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, fue fusionada con la escuela rural integrada los Milagros por medio de una reglamentación emanada desde la Secretaría de Educación del departamento del Cauca, actualmente recibe el

nombre de Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, con los niveles de grado cero hasta el grado once.

Visión. En el año 2028, la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza se consolida como una institución que lidera espacios de investigación y formación técnica agropecuaria, con procesos agroindustriales comprometidos con el medio ambiente; promoviendo soberanía alimentaria, proyectos productivos sostenibles, organización comunitaria y generación de empleo para mejorar la calidad de vida de nuestro territorio.

Misión. La Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza ofrece educación formal en los niveles de preescolar, básica primaria y media técnica en la modalidad agropecuaria, buscando crear procesos de transformación de los educandos, capaces de desenvolverse en su entorno. Cuenta con una planta de personal directivo docente y administrativa idónea que orienta su proceso desde la visión integral del ser humano. Busca inculcar en el estudiantado el empoderamiento, cuidado del territorio y del medio ambiente, promoviendo el sentido de pertenencia con acciones pedagógicas que facilitan la comprensión y solución de los problemas ambientales y sociales.

Trabaja en la generación de espacios de sana convivencia, apoyada con proyectos agropecuarios, ambientales, científicos, culturales y deportivos, incluyendo a toda la comunidad y a los centros educativos del Corregimiento de los Milagros.

2.2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se alude a los conceptos y teorías que hicieron parte del marco teórico de la presente investigación y operaron como fundamentos que guiaron el proceso investigativo, el

análisis de información y el diseño de la propuesta pedagógica que mejorará la calidad del agua que consume la comunidad educativa de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza

2.2.1 Tratamiento del agua

Hablar del tratamiento del agua, implica tener en cuenta una serie de procesos que garanticen su conversión en un líquido apto para el consumo humano; por lo tanto, su nueva composición se logra por medio de tratamientos químicos, físicos, naturales o a través de la combinación de ellos.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), publicado por JAPAC (2016), algunas de las técnicas utilizadas en el tratamiento de agua son:

- Almacenamiento: antes de que el agua llegue a la planta de tratamiento, se debe almacenar por un tiempo no inferior a un mes para lograr que las partículas sólidas se depositen en el fondo y se reduzca el contenido de bacterias.
- Aireamiento: se mezcla el agua con dióxido de carbono disuelto para eliminar los olores, sabores y corrosión.
- Coagulación: se adiciona productos químicos los cuales hacen que las partículas suspendidas se sedimenten, se reduce el contenido de bacterias, se remueve la turbidez y el color y se reducen olores y sabores.
- Filtración: se hace utilizando de recipientes que contienen arena para retener las partículas suspendidas y sustancias disueltas.
- Desinfección: esta fase permite eliminar las bacterias nocivas para la salud, la sustancia más utilizada es el cloro, también se recurre al ozono y a la radiación ultravioleta.

El agua en su estado natural no es apta para el consumo de las personas porque contiene sustancias en suspensión o solución. Estas impurezas la hacen aparecer como turbia o coloreada; la turbiedad está formada por la cantidad de arcillas en dispersión.

Por su parte Arboleda (1992) en la publicación Teoría y práctica de la purificación del agua, cita a Christman y Ghassemi quienes consideran que la aparición del color se debe a la extracción producida por el agua proveniente de maderas, por la solución de productos de madera en descomposición, por la solución de materia orgánica del suelo, estos conjuntos de compuestos se denominan sustancias húmicas. Además, considera que el color presenta un efecto indicador o sea que cambia con el pH, si este sube, se incrementa el color. Esto implica que el color y la turbiedad tienen características diferentes las cuales se deben considerar al momento de iniciar el proceso de coagulación.

En lo referente a la teoría de la estabilidad e inestabilidad de las suspensiones coloidales, Arboleda cita a Hamaker quien se fundamentó en la interacción de las fuerzas electrostáticas de repulsión o coulombicas y de atracción. En esta teoría explica que para que un floculante se aglutine con otros, es necesario que las partículas se aproximen a una distancia menor a la del centro del coloide y la cresta que se forma. En este sentido la neutralización de los coloides se realiza por cambio de concentración de los iones o por adsorción de iones con carga opuesta. Entre más puntos disponibles de adsorción haya, se precisa agregar más moléculas con capacidad de ser adsorbidas; de esta manera, los polímeros grandes se adsorben más que los pequeños. Además, Amirtharajah describe los diagramas de coagulación – turbiedad como herramientas útiles para predecir las condiciones químicas que orientan el proceso. Estos diagramas permiten definir la cantidad de coagulantes en función del pH.

En lo relacionado con la remoción del color, cita a Back quien considera que se logra la máxima remoción cuando la carga de las partículas está cerca al punto isoeléctrico, pero nunca en el punto exacto, a esto se conoce como no neutralización; el otro proceso se denomina estequiometría e implica que la cantidad de coagulantes metálicos necesaria para remover el color es directamente proporcional a la cantidad de color removido.

Siguiendo con la floculación Harris y Kaufman desde el punto de vista cinético la describe como el choque de una partícula básica grande (partículas de turbiedad o color), con otra cantidad más pequeña que se adhieren.

Otra teoría relacionada con el tratamiento del agua, es la Sedimentación, según Pingback (citado por Arboleda 2016), proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita, esto ocurre cuando el material sólido transportado por una corriente de agua se deposita en el fondo del río, embalse o depósito construido para tal fin por efecto de la gravedad, factor que es muy útil en el tratamiento del agua, y se emplea en el diseño de un sedimentador bajo el siguiente principio: “La velocidad del flujo de agua es menor a la velocidad de sedimentación de los sólidos”. Esto se explica al considerar 2 partículas A y B en un tanque rectangular. La partícula A, sedimentará cuando toque el suelo. Por su parte, la partícula B, no sedimentará en el suelo, además, la partícula A tiene una velocidad de sedimentación suficiente para alcanzar el suelo durante el tiempo de retención.

Para que la sedimentación tenga un mejor desempeño se debe tener en cuenta tres conceptos importantes sobre la teoría de los sedimentadores Lamelares o tubulares

- Adición de químicos para la precipitación: floculación y coagulación
- Recirculación de lodos para incrementar el tamaño de los flóculos
- Incrementar el área de sedimentación

La aplicación de los dos primeros conceptos, implica aumentar el tamaño y la densidad de los flóculos y con el tercer concepto se incrementa la capacidad de separación de la instalación. La acción del tanque sedimentador depende del área y no de la profundidad. Por lo tanto, si se aumentan las subdivisiones horizontales, hay más capacidad para recibir sedimentos y la eficiencia en la sedimentación es mayor. Este concepto se conoce como la velocidad de Hazen, la cual se utiliza como referencia para el cálculo de los sedimentares lamelares.

“La velocidad de Hazen es un equivalente a la carga superficial en los sedimentadores convencionales, es decir la carga superficial se utiliza para el diseño de un sedimentador convencional, donde hay algunos valores que se utilizan de referencia de carga superficial para los sedimentadores y se diseñan los sedimentadores para cumplir con esos valores” (párr. 3)

La velocidad de Hazen se utiliza para el diseño de sedimentadores con módulos de sedimentación de alta tasa, proceso que es conocido como placas paralelas y sedimentos tubulares. En resumen, para que el agua sea apta para el consumo humano requiere de una serie de tratamientos que dependen de su calidad inicial, de la fuente de abastecimiento y demás complejidades comprometidas con su conversión en un líquido inocuo. Por lo general, el agua subterránea por los pocos sedimentos suspendidos es más fácil de tratar, a diferencia del agua superficial que exige procesos de tratamiento adicionales y más complicados.

Por consiguiente, para potabilizar el agua, lo primero que se debe tener en cuenta la calidad inicial en la fuente de abastecimiento y a partir de ese resultado se diseña el tratamiento a seguir. Al respecto María Teresa Leal (s.f.) en la revista SOLAR SAFE WATER, escribió el artículo: Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus

limitaciones, en el cual explica los diversos tratamientos que existen, los cuales pueden ser físicos, químicos, biológicos o combinados, a continuación, se resume los principales:

2.2.1.1. *Filtración convencional*

Es la más recomendada cuando el agua procede de una fuente subterránea ya que el suelo actúa como un filtro removiendo la mayor parte de los sedimentos. Este proceso es seguido por los procesos de coagulación, floculación y sedimentación; existen varios sistemas de filtración, tales como:

Filtros de arena

Son camas de arena fina de un metro de espesor, de bajo costo, confiables, pueden remover microorganismos hasta un 99,9%, se operan y controlan de forma fácil; sin embargo, las turbiedades elevadas no se pueden remover a través de este tipo de filtros.

Filtros de tierra diatomáceas

Este mecanismo es recomendado cuando el agua presenta conteos bajos de bacterias y poca turbiedad, estos forman una capa delgada (su principal desventaja) además, el grosor de la capa de tierra el cual debe ser de medio centímetro en los filtros puestos a presión o al vacío es muy difícil de mantener. Se recomienda en casos en los que el agua presenta alta calidad, con turbiedad del agua de 10 unidades y un color máximo de 30 unidades.

Filtros empacados

Aplican todas las etapas de filtración: adición de reactivos, sedimentación y filtración. Sus ventajas se determinan por el tamaño de la planta de tratamiento y la efectividad de costo/beneficio, siendo fáciles de operar y mantener, es necesario estar pendiente cuando la turbiedad del afluente varía mucho con respecto al tiempo.

Filtros de carbón activado

Se utilizan para remover malos olores, sabores o color desagradable, tienen alta capacidad de adsorción, por su economía y facilidad de operación son muy comunes en la potabilización del agua.

Desinfección

Los microorganismos patógenos se eliminan con la desinfección, la cual mata o inactiva las bacterias coliformes totales o fecales causantes de enfermedades. El proceso de desinfección se puede realizar utilizando los siguientes productos.

Cloro

Su efectividad radica en la alta remoción de los patógenos microbianos, es utilizado en las plantas de tratamiento, es necesario un tiempo de contacto entre el cloro y el agua para asegurar la desinfección, además, para garantizar el pH del agua. También se clora el agua con hipoclorito de sodio o de calcio.

Cloramina

Se forma por la acción del cloro en el agua que contiene amoníaco, esta sustancia genera menos subproductos que el cloro, se recomienda para prevenir el recrecimiento en el sistema de distribución.

Ozono

Es un poderoso agente desinfectante y oxidante, su ventaja radica en la poca cantidad y poco tiempo para entrar en contacto con el agua, no produce subproductos halogenados; no obstante, su desventaja radica en no mantener un poder desinfectante residual en el agua, después de su aplicación.

Luz ultravioleta

Se genera con una lámpara especial, actúa al penetrar en la pared celular del organismo, para modificarlo y evitar que se vuelva a reproducir, no genera residuos tóxicos. Sin embargo, es necesario el uso posterior del cloro.

Filtración por membrana

Consiste en la utilización de materiales finos de filtración, con capacidad para contener, tienen una gran capacidad de separación de sustancias disueltas a través de sustancia ultra, nano y micro - filtración.

Micro - filtración

Se utiliza membranas de 0,03 a μm de poros, retienen pesos moleculares superiores a 100.000 daltons, remueven material particulado como arena, arcilla, algas y algunas bacterias, existen varios tipos como las membranas en espiral, tubular y de fibra capilar hueca. Este proceso se usa como pretratamiento en la potabilización por ósmosis inversa o por nano filtración.

Ultra - filtración

El tamaño de poro de la membrana es de 0,002 y 0,1 μm , impiden el paso de bacterias y virus, es necesario usar el cloro después de esta filtración, retienen especies de alto peso molecular, su presentación es en forma tubular o de hojas planas.

Nano – filtración

Su tamaño de poro es menor que las anteriores, pueden remover todo tipo de bacterias, virus quistes y material disuelto húmico, no genera subproductos de la cloración, por su efectividad en la remoción de sustancias disueltas el agua toma características de alcalina, por lo que, es necesario adicionar álcali para suplir este inconveniente.

Osmosis inversa

Se conoce también como hiperfiltración, se hace a través de una membrana que permite el paso del agua y retiene los iones disueltos. Las sales disueltas permanecen en una solución conocida como salmuera o agua de rechazo retrolavado. Este proceso puede remover todo contaminante orgánico e inorgánico del agua; sin embargo, los costos de capital y de operación son elevados, el agua de rechazo puede convertirse en contaminante y ocasionar una pérdida entre el 25% al 50% del caudal de alimentación.

Por otra parte, es menester diferenciar los términos depuración y potabilización, una planta de depuración es técnica e instrumentalmente distinta a una de potabilización según el punto de vista de la ingeniería. Con respecto al campo sanitario la similitud es pequeña, la depuración se refiere al tratamiento o adecuación del agua residual previo a su vertido al cauce, en tanto la potabilización es el conjunto de procesos que hacen que el agua sea para para el consumo humano. De lo anterior se deduce que el incumplimiento de los objetivos en las dos plantas es diferente; la planta depuradora causa problemas de tipo ecológico, por otra

parte, las fallas de la planta de potabilización provocan problemas de salud pública (ELSEVIER, 2003).

Son muy variados los métodos o procedimientos a los que se puede recurrir para obtener agua en condiciones aptas para el consumo humano, desde la utilización de un trozo de tela, pasando por sistemas más complejos como la nanofiltración, la filtración inversa, el uso de elementos químicos como el cloro, hasta la elaboración de filtros con elementos primarios, con los cuales se puede dejar al agua en condiciones de salubridad para ser utilizadas por las personas.

2.2.2. Características del agua

El agua es importante en la vida de las personas y en la supervivencia de la tierra. Conocer las características crea conciencia en el respeto a la naturaleza, cuidado del medio ambiente y racionalizar su uso. Se la puede encontrar en tres estados: Sólido, cuando se somete a temperaturas inferiores a 0°C, lo que se conoce como solidificación. Líquido, representado en los mares, ríos, lagos, entre otros, es la más abundante en la tierra y se logra cuando se somete a temperaturas entre 0° y 100°C, este fenómeno recibe el nombre de fusión. Gaseoso, al someterse el agua a una cierta temperatura se produce la evaporación. Esto la convierte en la sustancia más abundante del planeta, cuya superficie está cubierta en un 70%. La cantidad de agua en el ser humano es del 50% al 80%. Las características principales son:

- En su estado natural, es un líquido inodoro (no tiene sabor), es inoloro (no tiene olor) e insípido (no tiene sabor). Es totalmente transparente.
- Es solvente universal, puede disolver varias sustancias.
- El agua en su estado natural es excelente conductor de electricidad, gracias a la carga eléctrica de sus moléculas.

- A través del agua, el sonido se propaga nítidamente.
- Debido a su baja viscosidad, no es posible contraerse en la mayoría de sus estados.

El agua por sus características es primordial para el desarrollo de la vida, si bien, es posible encontrarla en varios lugares, no toda es apta para el consumo humano; por consiguiente, aprender a tratarla es de vital importancia para la supervivencia de los seres vivos.

2.2.3. Las propiedades físicas del agua son: (FUNDACIÓN AQUAe, 2020)

- Su densidad es de 1g/cm^3 , 1 centímetro cúbico de agua 1 gramo. En su estado sólido, disminuye su densidad, esto es lo que permite que el hielo flote.
- Su punto de congelación es a 0°C y la ebullición es a 100°C .
- Está en continuo movimiento y cambia constantemente.
- Es un gran absorbente de calor, favoreciendo la regulación del cambio de temperatura del aire en las estaciones del año.
- La tensión superficial que posee la hace pegajosa, por eso las arañas caminan sobre el agua.

Las propiedades físicas del agua nos permiten conocer más sus cualidades. Esto demuestra la importancia de este líquido, no solo en la satisfacción de las necesidades de los seres humanos, sino también como fuente generadora de energía.

2.2.4. Las propiedades químicas del agua son:

- Su fórmula química es H_2O : es decir 1 átomo de oxígeno por 2 de hidrógeno.
- La molécula del agua está dotada de dos cargas eléctricas: positiva y negativa, esto permite que se unan.
- Es rica en minerales y nutrientes.
- El pH es de 7 en el agua pura; no es ácida ni básica.

- Reacciona ante la presencia de óxidos básicos, óxidos ácidos, y metal.
- De la unión del agua con las sales, se obtienen los hidratos.

Las propiedades químicas se constituyen en una herramienta didáctica para impartir conocimiento y motivar su conservación y cuidado.

2.2.5. Tipos de agua:

Teniendo en cuenta las características físicas, químicas o biológicas, se encuentra los siguientes tipos de agua: (CUIDADO DEL AGUA, 2020)

- Agua potable, vital para la supervivencia de los seres humanos.
- Agua dulce es la más común, se la encuentra en la superficie terrestre y en los ecosistemas subterráneos de manera natural.
- Agua salada, la de los mares y océanos.
- Agua salobre, con mayor concentración de sales disueltas que el agua dulce, pero en menor proporción comparada con el agua salada.
- Agua dura, se caracteriza por tener un alto nivel de minerales disueltos.
- Agua blanda, la cantidad de sales que posee es mínima.
- Agua destilada, aquella que ha pasado por un proceso de tratamiento o limpieza.
- Aguas residuales, es la afectada por la influencia antropogénica.
- Agua cruda o bruta, es la que se encuentra en su estado natural, pertenecen a esta clasificación las de las fuentes y reservas naturales (Fundación AQUAe, 2020).

Se conoce que las tres cuartas partes de la tierra están cubiertas de agua; los tipos de agua descritos arriba soportan esta apreciación. Sin embargo, como se puede apreciar, varias de ellas necesitan ser sometidas algún tipo de tratamiento para que el hombre las pueda aprovechar en sus actividades diarias.

2.2.6. ¿Cómo realizar estudios para determinar la potabilidad del agua?

La resolución 2115 de 2007; da los lineamientos de salubridad para que le agua sea apta para ser consumida por las personas (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2207).

2.2.7. Análisis físico – químico.

Son pruebas que se realizan para conocer las características del agua. Los más relevantes son: turbiedad, color, temperatura, sólidos y conductividad Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, (RAS 2000. Título C) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Teritorial 2010, 2020)

El color que presentan las aguas naturales lo caracteriza la presencia de sustancias orgánicas disueltas o las coloidales, su procedencia puede ser vegetal o mineral (sales de hierro, manganeso). La presencia de estas se puede obtener al comparar una escala de patrones compuesta por una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. Esta escala de patrones debe ser idéntica a la del agua examinada. El rango mínimo permitido debe ser igual al número de miligramos de platino, contenido en un litro, con color igual al del agua de la prueba. El rango mínimo es 0,2 mg/l. y máximo 1,2 mg/l. de platino por cada litro de agua.

El olor está determinado por varias razones:

- Desarrollo de microorganismos.
- Descomposición de residuos vegetales.
- Por efectos de la contaminación ocasionada por la presencia de líquidos cloacales industriales.
- Los compuestos empleados en el tratamiento del agua inciden en el olor del agua.

En el agua que consumen los humanos el olor no debe ser perceptible y corresponde a la disolución necesaria que apenas lo haga perceptible. El rango aceptado esta entre 2 y 10 unidades.

El sabor: lo determinan la cantidad de sales disueltas en el ella. El hierro y el manganeso dan sabor amargo al agua. Es necesario hacer los siguientes estudios para conocerlo:

- *Determinación del pH:* el rango aceptable va de 6,5 a 8,5; entre neutra y alcalina. 9 unidades es aceptado como máximo. Debido a las características del agua, para ajustar el valor del pH se podrá adicionar ácidos o bases según sea el caso, como ácido sulfúrico y cal apagada, carbonato de calcio e hidróxido de sodio. Tiene escasa acción tóxica. En las aguas que presentan baja concentración, implica la presencia de materias fecales y patógenos.
- *Nitritos.* Son la forma intermedia del nitrógeno inorgánico presente en el agua, son gran contaminantes. El valor máximo aceptado de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007, es de 0,1mg/l., expresado NO₂.
- *Nitratos.* Su presencia se debe a la descomposición de materia orgánica vegetal y animal y por acción del agua lluvia. Lo máximo permitido es 10 mg/l., se expresa NO₃.
- *Cloruros.* Las aguas por lo genera contienen cloruros, cuya presencia en exceso le dan sabor desagradable y en niveles muy altos, acelera la corrosión de los metales de los sistemas de distribución. El valor máximo aceptado es de 250mg/l.
- *Turbiedad.* El valor máximo aceptado es de 2 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).
- *Calcio y Magnesio.* Los valores aceptados son 60 mg/l. y 36 mg/l.
- *Hierro total.* Aunque la OMS no proponen ningún valor de referencia; sin embargo, las altas concentraciones de hierro en aguas subterráneas puede ocasionar turbidez y coloración, el máximo permitido es 0,3mg/l.

- *Alcalinidad total.* El valor máximo aceptable es 200mg/l. de CaCO₃, mantener un control adecuado de alcalinidad es importante, para que no se alteren otros procesos y parámetros propios de la potabilización. (De VARGAS L. , 2004).
- *Acidez total.* Los valores permitidos son de 50mg/l., de CaCO₃.
- *Dureza total.* Como lo expresa Gray, (2015) refleja la naturaleza de la geología del área, con la que ha estado en contacto el agua. La dureza máxima aceptada es de 300 mg/l. expresado en CaCO₃. Por debajo de 75mg/l., se consideran aguas blandas, estas pueden producir diarrea y por encima de 300mg/l., son extremadamente duras, las cuales pueden estar relacionadas con problemas cardiovasculares. Lo recomendable es mantener valores entre 100 mg/l., y 200mg/l.
- *Sulfatos.* Estos se producen de forma natural en las aguas subterráneas, no es considerado muy tóxico, pero en niveles altos puede ocasionar problemas gastrointestinales. El máximo permitido es 250mg/l, representado SO_4^2

2.2.8. Determinación del nitrógeno amoniacal

“La cloración es el método más conocido para desinfectar el agua, en la cloración las reacciones de cloro con amonio, forman cloraminas y organocloraminas que pueden afectar la dosis de cloro requerida” Raymond y Lettaman, (2015).

2.2.9. Fijación de la cantidad recomendada del coagulante

En la coagulación la cantidad necesaria está en función del pH, o sea de la composición del agua cruda y de la concentración de coloides. Puede estar entre 0,75mg/l y 1mg/l., a una concentración del 1%.

2.2.10. Determinación de la dosis óptima de desinfección.

Como lo menciona De Vargas, (2015), el cloro es el más utilizado por ser eficaz a una baja concentración y forma un residual si se aplica en dosis suficiente. Las ventajas de su uso son:

- Destruye de manera rápida los organismos patógenos.
- Se aplica con facilidad y a muy bajo costo.
- Usando la dosis normal, no representa riesgo para las personas, ni tampoco para los animales.
- Su efecto residual, protege el agua de futuras contaminaciones.

2.2.11. Agua cruda

Se la conoce también como agua bruta, no ha sido sometida a ningún tratamiento. Se la encuentra en nacimientos naturales, en reservas superficiales o subterráneas. Pertenecen a esta definición toda el agua que se potabiliza en las plantas de tratamiento (SÁNCHEZ BEJARANO, 2020).

La composición del agua es muy variada, la mayoría contiene uno o más de los siguientes contaminantes en la forma de iones, partículas u organismos vivos (wikipedia, 2020).

- El ácido húmico resulta de la descomposición de las plantas, es el que da color al agua.
- Los minerales, dan la consistencia de dureza, los de mayor presencia son los carbonatos de calcio y magnesio.
- Partículas de arcilla y limos.
- Las bacterias, virus, protozoos y esporas.
- Las moléculas están disueltas en el aire, por efecto del oxígeno.
- Sal, da la calidad de salinidad, su rango es mayor al del agua dulce, pero menos que la del mar.

El agua cruda proviene de varias fuentes como:

- Lluvias, que se pueden almacenar en tanques o aljibes.
- De los manantiales naturales, que emanan a la superficie.
- Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes.
- La de los ríos, lagos, arroyos o embalses, conocida como agua superficial.
- La de los mares, es necesario desalinizarla.

De acuerdo con la procedencia se determina el tipo de tratamiento, puede ser desde desinfección, hasta desalinización

El abastecimiento es un sistema, en el cual son necesarios los siguientes pasos:

- Captación, cuando proviene de un manantial, es imprescindible el cuidado del entorno, encerrar el área para evitar la presencia de animales que contaminan el agua.

- Las aguas superficiales se captan a través de bocatomas y para las subterráneas se perforan pozos o galerías filtrantes.

- Cuando la fuente de agua no tiene caudal se construye embalses para almacenarla, las de origen subterráneo el tanque de recolección es el mismo acuífero.

- Dependiendo la calidad y procedencia del agua, se define el tipo de tratamiento: Un buen sistema de tratamiento debe tener los siguientes componentes: Reja, desarenador, floculadores, decantadores o sedimentadores, filtros y dispositivo de desinfección.

En Colombia al igual que en el resto del mundo, existen leyes que legislan sobre los lineamientos, requisitos y establecen las condiciones que debe cumplir el agua para que sea apta para el consumo humano. No obstante, en las zonas rurales se sigue consumiendo agua sin las mínimas condiciones de potabilidad.

2.2.12. Potabilización del agua

De acuerdo con (ACCIONA, 2020) es el proceso de tratamiento del agua para dejarla en óptimas condiciones para el consumo de las personas, eliminando sustancias como el cloro, el plomo, el zinc, arena, bacterias y virus.

Se purifica en las plantas de potabilización de agua; este proceso depende de las condiciones naturales del territorio de donde proceden.

Si procede de una fuente superficial (agua de río o lago), se separan los componentes naturales del agua, luego se procede a la eliminación de impurezas; seguido de la filtración y desinfección para ello se utiliza cloro u ozono.

Si proviene de una fuente con alta presencia de sales y/o metales pesados, el tratamiento es más complicado y costoso. En zonas costeras se utiliza el proceso de desalinización, el cual se hace por osmosis inversa o destilación.

2.2.12.1. *Procesos de potabilización.*

- **Pretratamiento del agua.** En esta etapa se eliminan los residuos vegetales más grandes, lo más indicado para este procedimiento es utilizar la reja, la cual no permite el paso de peces o ranas. Luego se pasa por el desarenador para separar la arena del agua; en seguida se hace una predesinfección para destruir sustancias orgánicas.
- **Coagulación – Floculación.** El agua es impulsada por las bombas hasta la cámara de mezcla, en esta se le incorpora sustancias químicas para potabilizarla y ajustar el pH al nivel permitido. Este se ajusta aumentando o disminuyendo ácidos o álcalis y luego se le añaden los coagulantes que sean necesarios.
- **Decantación.** Por medio de la gravedad se separan las partículas de suspensión que transporta el agua. Los que quedan en el fondo son los más densos y se procede a eliminarlos, los demás continúan disueltos en el agua.

- **Filtración.** Los elementos densos que continúan en el agua por su baja densidad se eliminan utilizando un filtro poroso, do libre de impurezas Los filtros más indicados son los de arena o carbón.
- **Análisis.** Al final del proceso, es necesario el análisis, con este se puede determinar la calidad de agua que se obtuvo. Esta debe ser: incolora, inodora e insípida.

En este acápite se describen los pasos necesarios a los cuales se debe someter el agua para potabilizarla. Estos son importantes para eliminar las partículas sostenidas y dependiendo de la fuente de procedencia se recurrirá a implementarlos y diseñarlos para lograr remover todas las impurezas.

2.2.13. ¿Qué son filtros primarios?

Son los que se usan para eliminar sólidos gruesos, partículas de gran tamaño. Se pueden fabricar con facilidad, de manera artesanal utilizando arcilla, aserrín, arroz, arena, carbón, e incluso con un paño de lana con el fin de remover los microorganismos y sustancias químicas del agua, en estas condiciones ya la pueden consumir los seres humanos. (ambientum, 2019)

Los costos de fabricación son muy bajos, se transportan fácilmente, no necesitan del uso de la energía para su funcionamiento, son duraderos, resistentes, convirtiéndose en la mejor opción para las zonas rurales. Para instalarlos es necesaria la asesoría de un experto en el tratamiento del agua, que instruya en la cantidad y calidad de las mezclas idóneas, que garanticen agua en óptimas condiciones de consumo (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

También se puede utilizar almidón, glucógenos, celulosas pencas de la tuna o cactus, algas pardas marinas, de las que se extrae el alginato de sodio, almidón de maíz de trigo, de papa o de yuca, y la corteza de algarrobo.

2.2.14. Tratamiento del agua con filtros primarios.

Es la mejor opción para purificar el agua en las veredas donde no hay acueducto, lo que causa múltiples enfermedades a la población campesina, debido al consumo de aguas de cuerpos superficiales y a la utilización de sistemas rudimentarios para conducirlos hasta las casas. El Estado colombiano en el TÍTULO J, reglamenta las condiciones y las alternativas de saneamiento y procedimientos sencillos y prácticos para potabilizar agua.

Cribado. El material flotante se separa con una malla o criba, en la bocatoma o en el canal de aducción.

Sedimentación simple. Es un tratamiento secundario, para eliminar sólidos que obstruyan la tubería de aducción. Se presenta en ríos o quebradas que en época de lluvias arrastran cantidades considerables de gravilla, arena o lodo.

Clarificación. Hay aguas muy turbias y con bastante color, causados por partículas pequeñas disueltas o de tamaño coloidal que la sedimentación simple no las elimina, deterioran la calidad del agua por la presencia de parásitos, bacterias o virus patógenos. El uso del alumbre o sulfato de aluminio ayuda a eliminarlas.

Filtración. El objetivo es dar un buen color, se logra pasándola a través de un material poroso o granular.

Los filtros son esenciales para tratar el agua, porque son artefactos de fácil elaboración, transporte, instalación y operación, estos pueden cualificar el agua que consumen los pobladores de las zonas rurales, donde no existen sistemas de abastecimiento público de agua.

2.2.15. Enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada

En la descripción del problema del presente estudio, se mencionó que la población del corregimiento los Milagros y particularmente los estudiantes de la Institución Agrícola José Dolores Daza, padecen enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada, a

continuación, se hace referencia a las que se identificaron gracias a la información brindada por el grupo de meta:

2.2.15.1. *Fiebre Tifoidea*

Es una infección causada una bacteria llamada salmonella, produce erupción cutánea y diarrea. Se propaga a través de alimentos y por el agua contaminada. Se genera por bacterias que se entran al torrente sanguíneo, para instalarse en los nódulos linfáticos, la vesícula, el bazo o el hígado; es una enfermedad común en los países en desarrollo y en especial en los que no cuentan con el suministro de agua potable (MedinePlus, 2021).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, los principales síntomas son fiebre, cefalea, náuseas, fatiga, dolores abdominales y estreñimiento, incluso en algunos casos con desenlaces fatales. Según estadísticas entre 11 y 20 millones de personas se contagian al año de tifoidea, con mayor riesgo en las comunidades pobres y colectivos más vulnerables (OMS, 2018).

2.2.15.2. *Hepatitis A*

Es una infección contagiosa que ataca al hígado, se genera por la ingesta de agua contaminada o alimentos en mal estado. Los síntomas son dolor o malestar abdominal, evacuaciones intestinales de color de arcilla, pérdida del apetito. (MAYO CLINIC, 2020). Para la OMS, el suministro de agua salubre, es una herramienta eficaz para luchar contra la hepatitis A; se presentan con mayor intensidad en los países de ingresos medianos y bajos con bajas condiciones de saneamiento afectando en mayor proporción a los niños (OMS, 2020).

2.2.15.3. *Disentería*

Es una infección de los intestinos, causada por bacterias como la shigella, los afectados presentan fiebre, dolor rectal, es común en las zonas con bajo saneamiento, causada por el consumo de alimentos lavados con agua sin tratar, produce desnutrición, deshidratación, anemia, dilatación tóxica del intestino grueso e insuficiencia renal aguda (NEWS MEDICAL, 2017).

2.2.15.4. *Cólera*

Esta es una enfermedad diarreica aguda causada por ingerir alimentos o agua contaminada con el bacilo *Vibrio cholerae*. El cólera es una enfermedad virulenta que, de no tratarse rápido, puede causar la muerte en cuestión de horas. La transmisión del cólera está ligado al acceso insuficiente a agua potable, más común en las barriadas peruvianas y los campos de desplazados (OMS, 2017).

Como puede apreciarse, las temáticas mencionadas en los párrafos precedentes, se conceptualiza sobre el tratamiento del agua, el proceso de tratamiento del agua, los tipos de tratamiento, las características del agua, los filtros primarios, las enfermedades producidas por la ingesta y uso de agua contaminada, entre otros, estas especificaciones fueron consideradas en la elaboración de los instrumentos de recolección de información, en el proceso investigativo y en el capítulo de resultados y discusión de los mismos.

2.3. MARCO LEGAL

En el siguiente acápite se relacionan la legislación que aplica para el uso, protección, conservación del agua como un recurso vital que garantiza la supervivencia de los seres vivos

y el desarrollo sostenible. Abundante es la normatividad que se aplica a nivel internacional, nacional y regional para garantizar el cuidado del agua.

Legislación Internacional

Agenda 2030

En el objetivo 6: Agua limpia y saneamiento, se resalta la problemática mundial relacionada con escases del agua, que afecta a más del 40% de la población mundial, lo cual tiende agravarse hacia el año 2050 cuando uno de cada cuatro personas se verá afectado por la falta de agua pura. La recomendación es realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias, fomentar prácticas de higiene e incorporar temas que abarquen el ciclo completo del agua como: la calidad, gestión de aguas residuales, el uso, la escases, la gestión de los recursos hídricos y los ecosistemas relacionados con el agua. La Asamblea General reconoció el tratamiento integral del agua como núcleo del desarrollo sostenible, imprescindible en el uso doméstico, en la producción de energía y en la producción industrial.

Agenda 2020 (Argentina Forestal, 2020, esta se centra en la temática del agua y el cambio climático, estableció la semana mundial del agua, se centró en la ciencia y la innovación, relacionadas con la conservación del recurso hídrico. En este mismo contexto, cabe mencionar el Convenio de Minamata que desde 2017 busca eliminar los efectos del mercurio en la salud humana, reducir las emisiones en la atmósfera y liberaciones en el suelo o en el agua.

La Comisión de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (CDS13)

Promulga la norma ISO 24510, que establece que todos los gobiernos y autoridades competentes tienen la función fundamental de promover el acceso al agua potable segura, con el fin de hacer más productivo el sector del agua; por lo tanto, los Estados deben reforzar la función de los congresos y de las autoridades públicas en torno a la prestación del servicio de agua potable.

Norma ISO 46001

Su propósito es ayudar a las organizaciones encargadas del cuidado del agua, a ser más eficientes en este cometido. Proporciona las herramientas para evaluar, contabilizar e implementar medidas para optimizar el uso del agua.

La normatividad internacional, demuestra la importancia que tiene el agua para las naciones, las cuales hacen esfuerzos y adoptan acciones para lograr que todos los seres humanos tengan acceso a ella; sin embargo, la falta de agua potable agobia a varias regiones del orbe. Por lo tanto, es necesario concienciar a través de la educación ambiental a las nuevas generaciones sobre la gravedad de esta problemática y aportar acciones que beneficien el cuidado y conservación de este recurso natural.

Legislación Nacional

Como lo establece la Constitución Política de Colombia, en el artículo 78 del capítulo 3, la ley regulará todo lo concerniente con la calidad de los bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, al igual que la comercialización. Esto significa que los ciudadanos tienen pleno derecho a participar en ligas de consumidores y a exigir que se cumplan las condiciones

básicas de salubridad. En el artículo 80, describe la responsabilidad del Estado en el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales: garantizar el desarrollo sostenible, conservación, restauración y sustitución. (Senado de la República de Colombia, 1991).

La ley 373 (1997)

Por la cual se establece el Programa del uso eficiente y ahorro del agua, al conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Ley 142 de 1994

Reglamenta el régimen de los servicios públicos domiciliarios, así como de actividades que realicen las personas que los presten, modificada por la ley 286 de 1996 y reglamentada por el decreto 632 de 2000.

Decreto 1272 de 2017

Reglamenta parcialmente la ley 1753 de 2015 para establecer los lineamientos que aseguran la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en las zonas de difícil acceso o de difícil gestión, se preocupa por garantizar la eficiencia, cobertura y calidad.

Decreto 1898 de 2016

Reglamenta los esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas urbanas.

El decreto 1640 de 2012

Por medio del cual se reglamenta los instrumentos de planificación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos.

Decreto 1575 de 2007

Establece el sistema de protección y control de la calidad del agua cruda o tratada para el consumo humano.

Resolución 0927 de 2019,

Establece los parámetros de los planes de gestión de agua potable y saneamiento básico por parte de los municipios.

Resolución número 0330 de 2017,

Por la que se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)

Resolución 2115 del 2007,

Es la principal norma que rige la calidad del agua en Colombia, por medio de esta se establece el sistema para la protección y control de la calidad apta para el consumo humano. Esta norma pretende convocar a todos los involucrados en la prestación del servicio de agua y a los consumidores para articular acciones en defensa del medio ambiente y evitar la contaminación de fuentes hídricas que abastecen las plantas de tratamiento de los acueductos, las cuales son el instrumento clave para garantizar el acceso al agua potable a la mayoría de la

población. Contempla todos los requisitos y procedimientos desde las fuentes de nacimiento del agua, hasta llegar al consumidor final.

Sentencia T-223-18,

El Estado debe garantizar la provisión del servicio de agua a través del municipio (Suprema Corte Constitucional de Justicia, 2018).

Legislación Local y su impacto.

En la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, entre sus objetivos está formar ciudadanos responsables con el medio ambiente; es por eso, que dentro de su proyecto educativo institucional entre la áreas obligatorias y fundamentales se destaca la de ciencias naturales y educación ambiental, para enseñar a los estudiantes buenas prácticas ambientales y sensibilizarlos por el cuidado y preservación de los recursos naturales.

El departamento del Cauca es uno de los más beneficiado con fuentes naturales de agua; sin embargo, su distribución no es la óptima. Para enfrentar este problema, el Sistema General de Regalías en unión con la Universidad del Valle está ejecutando el proyecto Vulnerabilidad y Riesgo en el sistema de agua potable en el Cauca “AQUARIS” que se desarrolla en alianza con la Cátedra Unesco de Sostenibilidad del agua de la

Universidad Politécnica de Cataluña, la Corporación Autónoma Regional del Cauca, EMCASERVICIOS, el Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca y las nueve alcaldías de los municipios beneficiarios; entre los cuales está; el Bolívar. Brinda información y asesoría para enfrentar los desafíos de variabilidad y cambio climático, lo que ocasiona aumentos o disminuciones considerables en las fuentes de agua que surten los acueductos,

sobre todo los cambios en las temporadas de lluvia y de sequía que afectan el suministro en cantidad y calidad de agua.

La normatividad nacional y local está diseñada para dotar a la población colombiana de agua en óptimas condiciones para el consumo humano; no obstante, hace falta gestión y trabajo comunitario para cristalizar el cumplimiento de este derecho. Bajo estas circunstancias, es valioso el trabajo que a través de la educación ambiental puede hacerse para formar ciudadanos responsables, empáticos y comprometidos con el bienestar y progreso de su región en armonía con el medio ambiente. Adicionalmente, la zona de influencia de la investigación es rica en fuentes hídricas, cuyo aprovechamiento y conservación puede potenciarse con el desarrollo de la presente investigación.

3.

3.0. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El presente estudio requiere que el investigador asuma una mirada global que involucre tareas y análisis que deben hacerse desde la perspectiva cuantitativa y desde las percepciones, experiencias, opiniones y expectativas del grupo de estudio, o sea desde el punto de vista cualitativo. Así las cosas, este estudio se apoyó en el enfoque de investigación mixta para maximizar las ventajas que ofrece en el campo de la pedagogía al integrar la voz de los participantes a los datos y viceversa, al respecto (Roberto Hernández, Fernández y Sampieri (2014) afirman que:

[...] los enfoques mixtos representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o, al menos, en la mayoría de sus etapas (...) agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques. (p. 21).

En este orden de ideas para Chen (2006) citado por Hernández, Fernández y Sampieri (2014) el enfoque mixto exige integrar sistemáticamente los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio, su objetivo es lograr una mirada más amplia y completa del fenómeno estudiado, entonces, el nuevo enfoque que surge de la mencionada fusión utilizará datos numéricos, evidencias verbales, textuales, resultados de procesos de observación, símbolos, percepciones, experiencias, etc.

Entonces, para lograr el primer objetivo específico se realizó un estudio técnico para determinar las características primarias del agua cruda que se consume en la Institución

Educativa Agropecuaria José Dolores Daza (estudio cuantitativo). Los datos describieron los componentes del agua y los porcentajes en que se encontraban presentes en la muestra.

Mientras que en el segundo objetivo específico, que se centró en la implementación de una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se usa y consume en la mencionada institución educativa, el trabajo colaborativo entre los investigadores y los estudiantes que hicieron parte de la muestra, exigió una visión de carácter cualitativo que fue combinando los datos del primer objetivo con las acciones y la interacción que exige un trabajo en equipo, en procura de un bien y solución común a un problema que aqueja a la comunidad.

Con respecto al tercer objetivo específico, la esencia del enfoque mixto permitió fundir los resultados del segundo análisis técnico del agua, con las percepciones de los actores participantes en la investigación para determinar la efectividad de los filtros primarios en el tratamiento del agua cruda.

El estudio estuvo enmarcado dentro de la Macrolínea de ciencias naturales y ciencias exactas y en la línea de recursos naturales y ecología que permitieron desarrollar procesos de investigación, de producción de conocimiento y de aplicación de este en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad estudiada, en este caso, a través de la utilización de filtros primarios como estrategia para tratar el agua que se consume en la Institución Agropecuaria José Dolores Daza.

3.2. PARADIGMA

Teniendo en cuenta que el enfoque del presente estudio es mixto, dos paradigmas constituyeron el soporte de la misma, uno de ellos es la investigación científico-naturalista denominado naturalista-humanista o interpretativo que según (Lorenzo, 2006) se caracteriza

porque la teoría constituye una reflexión en y desde la praxis, se enfatiza en la comprensión de los hechos, procesos y fenómenos con base en las creencias, reflexiones, experiencias y valores de los actores o grupo de estudio. El trabajo de este paradigma se fundamenta en el tratamiento cualitativo de los datos y asume que el conocimiento es relativo e inherente a los significados que construye el individuo en la interacción con los demás. Por otra parte, está el paradigma denominado positivismo lógico o empirismo, de acuerdo con (Carr y Kemmis, S. 1998) el conocimiento válido es aquel que proviene de la experiencia, del contacto con la realidad que se asume como simple, observable, tangible y fragmentable; finalmente, su objetivo es dominar y controlar la realidad.

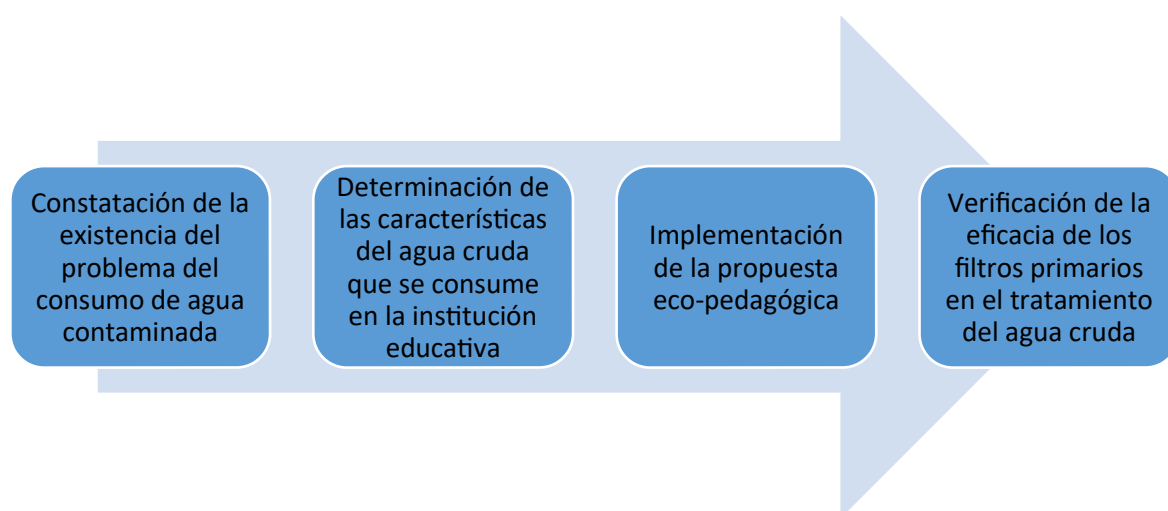
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que mejor se adaptó a la naturaleza y a los objetivos de este estudio es la Investigación Acción, ésta considera la participación de los estudiantes de los grados noveno y décimo, de los docentes, de los padres de familia de la Institución José Dolores Daza y de los investigadores, todos fueron concebidos como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar la realidad ambiental a través de la educación ambiental y con ello a mejorar la salud y por ende el nivel de vida de la comunidad educativa y del corregimiento Los Milagros en general gracias al consumo de agua potable. Este tipo de investigación partió de la identificación del problema: falta de tratamiento del agua cruda que se consume en la mencionada institución educativa y de la comunidad y en el grupo investigado, los investigadores analizaron, interpretaron y comprendieron la problemática para proponer alternativas de solución pertinentes y novedosas que respondan a las dificultades encontradas.

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Como se anotó, el presente estudio partió de la preocupación que genera el consumo del agua no apta para el consumo humano de la que se sirven los estudiantes y en general los habitantes del Corregimiento Los Milagros, de Bolívar Cauca. El diseño de investigación que se aplicó en este estudio fue el DIACNIV, es decir, el diseño anidado concurrente de varios niveles, en este se recolectaron datos cuantitativos y cualitativos en diferentes etapas en las cuales varían los análisis de la información obtenida.

Después de la constatación de la existencia del problema en la zona y de acuerdo con el esquema que propone el diseño DIACNIV, la primera etapa del trabajo investigativo se centró en la recolección de datos cuantitativos, en la segunda se obtuvieron datos cualitativos y en la tercera se volvió a recolectar datos cuantitativos. A estos datos que fueron obtenidos secuencialmente, se les concedió la misma importancia para el estudio como se describe a continuación:



En primer lugar, se parte del conocimiento y conciencia del problema que se presenta en la región, pues todos saben que no existe una planta de tratamiento del agua que consumen, se realizó una visita desde la fuente del nacimiento del agua, hasta el tanque de almacenamiento para constatar los agentes y factores que la contaminan en su recorrido. Al relacionar esta situación con las enfermedades que se evidencian en los estudiantes de la institución educativa que hace parte del estudio, fue posible confirmar la existencia de un problema sanitario. (Anexo A).

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico: determinar las características primarias del agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, a través de un estudio técnico, se hizo una salida de campo al tanque de almacenamiento del agua. Se determinó el método correcto para la toma de la muestra y su conservación: la muestra se tomó y almacenó directamente en una botella de vidrio, se tuvo en cuenta evitar las partículas flotantes y remover el fondo del tanque, se registraron los datos correspondientes: nombres de los responsables de la recolección de la muestra, fecha, hora, localización del sitio de muestreo, identificación de la muestra, temperatura de la muestra, y condiciones meteorológicas.

Posteriormente, el agua fue transportada a los laboratorios de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán para proceder al análisis físico-químico y microbiológico (turbidez, color aparente, pH, alcalinidad, acidez, conductividad, dureza, cloruros, coliformes fecales, coliformes totales, E. coli, entre otros).

Corresponde ahora, referirnos al segundo objetivo específico: implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios. Este

objetivo implicó la realización de las siguientes tareas que se desarrollaron de acuerdo con una secuencia lógica y necesaria:

- En primer lugar, se constató la presencia de las enfermedades producidas por el consumo del agua contaminada, estas fueron identificadas gracias a la aplicación de una encuesta. (Anexo A)
- Identificación y búsqueda de los elementos naturales y de los artículos reciclables que se utilizarán en la fabricación de los filtros primarios. El propósito de esta acción era utilizar lo que ofrece el medio, para que la propuesta sea realmente económica y de fácil acceso para los integrantes del grupo de trabajo. (Anexo B).
- Posteriormente, se procedió a capacitar a los estudiantes en los temas relacionados con la investigación a los que se hizo referencia en el marco teórico: tratamiento del agua, tipos de tratamiento, propiedades del agua, agua cruda, agua potable, filtros primarios y las enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada.
- Para la implementación de la propuesta eco-pedagógica, en primer lugar, se describió de manera detallada el proceso de elaboración del filtro primario, el manual que resultó de esta descripción, fue reseñado en un video publicado en youtube y un blog, ilustra el proceso de elaboración de los filtros primarios.
- Ahora es posible, proceder a elaborar los filtros primarios: en un trabajo en equipo los docentes investigadores y los estudiantes, aplicaron los pasos para fabricar dicho filtro.

Para cristalizar el tercer objetivo, fue necesario realizar un segundo análisis de laboratorio que permita verificar la eficacia de los filtros primarios en el tratamiento del agua cruda que se consume en la institución educativa. Para ello se tomó una muestra de agua antes de ser purificada y otra después de pasar por el filtro, las dos muestras fueron sometidas a un análisis físico-químico final.

3.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2010), señalan que “Son las guías para una investigación o estudio. (...) indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente (Williams, 2003) y deben formularse a manera de proposiciones” (p. 92). En este orden de ideas, la hipótesis como postulado se apoya en la teoría, para generar una respuesta como alternativa de solución a la pregunta esbozada en la formulación del Problema de investigación (tabla 2).

Tabla 2.

Hipótesis de investigación

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNATIVA
Pregunta 1 cuantitativa	El agua que consumen los habitantes del corregimiento Los Milagros es potable	El agua que consumen los habitantes del corregimiento Los Milagros no es potable
Pregunta 2 cualitativa	La calidad del agua cruda que consumen en el corregimiento Los Milagros, puede mejorarse en una planta de tratamiento.	Una propuesta eco-pedagógica de tratamiento del agua podría ser una alternativa para obtener agua segura.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS

EMERGENCIA DE LAS CATEGORÍAS

Tabla 3.

Variables de la investigación

OBJETIVO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
1. Determinar las características primarias del agua que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, a través de un estudio técnico	Características primarias del agua cruda	Criterios físico-químicos de potabilidad del agua
2. Implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios.	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta eco-pedagógica • Agua cruda • Filtros primarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Didáctica de educación ambiental, pasos del procedimiento. • Enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada. • Materiales y elementos que se usaran en la elaboración
3. Analizar la eficacia de los filtros primarios en el tratamiento del agua cruda que se consume en la Institución Educativa	Eficacia de los filtros primarios Características primarias del agua tratada	Criterios físico-químicos de potabilidad del agua

**Agropecuaria José
Dolores Daza**

3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1. Población y unidad de análisis

La población estuvo conformada por los 369 estudiantes de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, grupo de personas que de acuerdo con la definición de población, son individuos que comparten algunas características, necesidades, intereses y expectativas, como ocurre con la Institución Educativa de la referencia. Por otra parte, está el agua que almacenada en el tanque que suministra el agua al corregimiento los Milagros.

3.7.2. Muestra

La muestra es una porción representativa de la población con la cual se puede y debe realizar el estudio, por su representatividad permitirá extraer resultados, conclusiones, inferencias y recomendaciones que pueden ser extensivas a comunidades con características y condiciones similares, para este estudio la conformaron 65 estudiantes de los grados noveno y décimo de los cuales 32 son mujeres y 33 hombres, sus edades oscilan entre los 14 y 18 años de edad.

En términos de Hernández, Fernández y Sampieri (2014), este correspondió a un muestreo guiado por razones, entre las que se cuentan los recursos disponibles, el tiempo y la situación particular generada por la pandemia del covid 19.

Con relación al componente cuantitativo de este estudio: se realizaron dos análisis de laboratorio, para el primero se tomó una muestra de cinco litros del agua cruda procedente de

la boca toma del corregimiento Los Milagros, Municipio el Bolívar, almacenada en el tanque de abastecimiento, el propósito de este análisis era identificar las características y cualidades de la misma.

Una vez implementada la estrategia eco-pedagógica se tomaron dos muestras adicionales de la fuente anteriormente referida, cada una de ellas de cinco litros: una antes del tratamiento y otra después del tratamiento que se le dio a través de los filtros primarios.

3.7.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se relacionan las técnicas y los instrumentos de recolección de información que se utilizaron en la presente investigación:

- Dos estudios de laboratorio en los cuales se analizaron las muestras de agua cruda y tratada, fueron guiados por un formulario preestablecido para evaluar la calidad del agua, de acuerdo con la norma RAS 2000 y 2115 de 2007. El primer análisis de laboratorio se llevó a cabo para identificar las características primarias del agua cruda que se consume en la zona y el segundo análisis comparativo sirvió para determinar la efectividad de los filtros primario en el tratamiento del agua.
- Encuestas No. 1 y 2 aplicadas a los docentes y a los padres de familia de la institución educativa, hicieron parte de las acciones que se emprendieron en esta investigación para identificar los problemas de salud asociados al consumo y uso de agua impotable. El instrumento empleado fue el guion de preguntas que se plantearon al grupo meta. (Anexos A y B). Como bien se sabe, la encuesta, es una técnica de investigación cuya importancia deriva de los aportes al desarrollo del conocimiento en las ciencias sociales. En efecto, según Grasso (2006) “La encuesta está constituida por una serie de preguntas que están

dirigidas a una porción representativa de una población, y tiene como finalidad averiguar estados de opinión, actitudes o comportamientos de las personas ante asuntos específicos.” (p. 13).

- Otra acción que hizo parte de este estudio, fue determinar con qué elementos del contexto contaban los investigadores y los estudiantes para fabricar los filtros primarios; para ello se aplicó la encuesta No. 3 a los estudiantes, para recabar esta información del contexto natural que rodea la zona de influencia del proyecto. (Anexo C)
- En el logro del segundo objetivo relacionado con la implementación de la propuesta eco-pedagógica para tratar el agua por medio de los filtros primarios, se aplicó la técnica de la observación y con ella el diario de campo como instrumento que registró las impresiones, reacciones, comportamientos y expectativas de los estudiantes frente a la elaboración de los filtros primarios como alternativa para solucionar el problema del consumo de agua contaminada en su corregimiento.

3.7.4. Confiabilidad y validez del instrumento

Ahora es oportuno señalar que los instrumentos empleados para obtener los datos, fueron sometidos a un examen riguroso a través del método Alfa Cronbach (tabla 4) para determinar su confiabilidad y validez. Estas condiciones confieren al presente estudio seguridad, seriedad y certeza en los resultados que se espera lograr, a continuación, se presenta el referido proceso; en primer lugar, en las tablas 4, 5 y 6 se ilustra el proceso de tabulación y resultados del alfa cronbach; en segundo lugar, se presenta el proceso de confiabilidad y validez del instrumento aplicado:

Tabla 4.
Tabulación y resultados del Alfa Cronbach, encuesta No. 1

**ENCUESTA No. 1 APLICADA A LOS PADRES DE FAMILIA DE LOS ESTUDIANTES DE LOS GRADOS 9 Y 10
DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ DOLORES DAZA PARA IDENTIFICAR LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS AL CONSUMO Y USO DE AGUA NO POTABLE**

PARTICIPANTES	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM6	ITEM7	ITEM8	ITEM9	
Encuest.1	2	2	2	1	2	1	1	0	2	13
Encuest.2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	16
Encuest.3	1	1	0	0	1	1	0	1	1	6
Encuest.4	2	0	2	1	2	2	0	1	1	11
Encuest.5	1	0	1	0	1	0	1	0	1	5
Encuest.6	1	1	1	0	1	0	1	2	2	9
Encuest.7	2	2	2	1	2	1	2	2	2	16
Encuest.8	0	0	2	1	0	2	1	0	0	6
Encuest.9	2	2	2	1	1	1	2	0	0	11
Encuest.10	1	2	2	2	0	1	2	2	1	13
Encuest.11	1	2	1	2	1	1	1	1	1	11
Encuest.12	1	0	1	1	2	0	1	0	1	7
Encuest.13	2	1	2	2	2	1	2	2	2	16
Encuest.14	1	0	0	1	1	0	1	0	0	4
Encuest.15	0	1	2	1	1	1	0	1	0	7
Encuest.16	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
Encuest.17	2	1	2	2	0	0	1	0	1	9
Encuest.18	2	1	2	1	2	2	2	1	2	15
Encuest.19	1	1	0	1	2	1	1	0	1	8
Encuest.20	0	0	0	0	1	1	1	0	1	4
Encuest.21	1	1	2	0	1	0	1	1	0	7
Encuest.22	2	2	2	1	0	1	0	1	2	11
Encuest.23	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Encuest.24	0	1	1	0	1	0	1	1	0	5
Encuest.25	2	2	2	2	1	2	2	1	2	16
Encuest.26	1	1	1	2	2	2	0	2	2	13
Encuest.27	2	2	1	2	2	1	1	0	1	12
Encuest.28	1	1	2	2	1	1	0	2	0	10
Encuest.29	1	1	2	2	2	0	2	0	2	12
Encuest.30	2	2	2	1	2	2	1	1	2	15
	0,56	0,60	0,51	0,57	0,53	0,53	0,50	0,63	0,66	5,08
RESULTADOS										
VARIANZA ITEM	Kv									5,08
VARIANZA TOTAL	Kt									17,71
No. ITEMS	K									9
$A = \frac{K}{(K-1)} * (1 - (Kv/Kt))$										
A= 0,802										

Como puede apreciarse en la tabla 4, el resultado de la aplicación del método Alfa Cronbach sobre la confiabilidad y validez de la encuesta No. 1 es de 0,802 que la califica como buena.

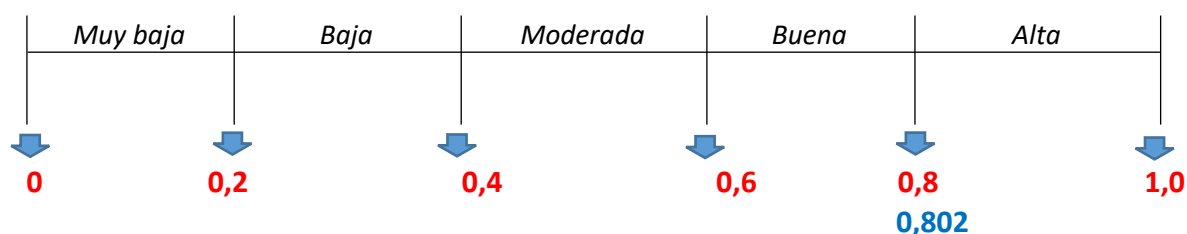


Tabla 5.

Tabulación y resultados del Alfa Cronbach, encuesta No. 2

ENCUESTA No. 2 APLICADA A LOS DOCENTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROPECUARIA JOSÉ DOLORES DAZA
PARA IDENTIFICAR LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS AL CONSUMO Y USO DE AGUA NO POTABLE

PARTICIPANTES	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM6	ITEM7	ITEM8	ITEM9	
Encuest. 1	1	1	2	1	2	2	1	2	0	12
Encuest.2	0	0	0	1	0	1	0	2	1	5
Encuest.3	0	0	0	1	1	1	1	1	2	7
Encuest.4	0	1	1	2	1	0	1	0	0	6
Encuest.5	1	1	2	1	2	1	2	1	2	13
Encuest.6	2	1	1	1	2	1	1	2	2	13
Encuest.7	1	0	2	2	1	0	0	1	1	8
Encuest.8	2	1	2	2	1	2	1	2	1	14
Encuest.9	2	2	1	1	2	2	2	0	2	14
Encuest.10	1	0	0	0	1	1	2	0	0	5
Encuest.11	1	2	2	1	2	1	1	2	1	13
Encuest.12	1	1	0	1	0	2	1	0	0	6
Encuest.13	2	0	0	0	1	1	0	0	1	5
Encuest.14	1	2	2	1	1	2	2	2	1	14
Encuest.15	2	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Encuest.16	0	0	1	2	0	1	0	1	1	6
Encuest.17	2	2	1	2	2	2	1	2	2	16
Encuest.18	1	1	2	2	2	1	2	2	2	15
Encuest.19	2	2	2	1	1	2	1	2	1	14
Encuest.20	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
										19,41
	0,59	0,65	0,66	0,46	0,53	0,49	0,49	0,69	0,59	5,14
RESULTADOS										
VARIANZA ITEM	Kv									5,14
VARIANZA TOTAL	Kt									19,41
No. ITEMS	K									9
		A= $(K/(K-1))*(1-(Kv/Kt))$								
		A= 0,827								

Fuente: esta investigación

La tabla 5 demuestra que la confiabilidad y validez de la encuesta No. 2 es buena, pues el resultado del Alfa Cronbach es de 0,827, como puede apreciarse en la siguiente escala.

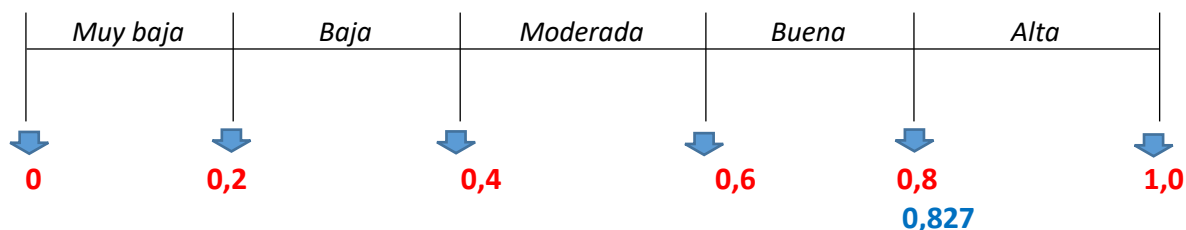


Tabla 6.

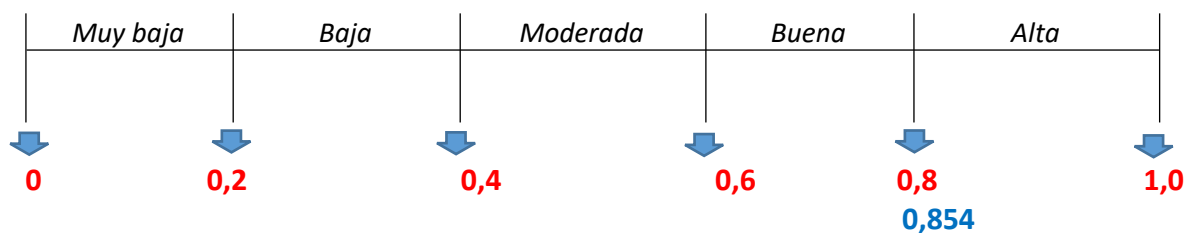
Tabulación y resultados del Alfa Cronbach, encuesta No. 3

ENCUESTA No. 3 APLICADA A LOS ESTUDIANTES DEL GRADO 9 Y 10 DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ DOLORES DAZA PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS NATURALES DEL CONTEXTO QUE PUEDEN EMPLEARSE EN LA FABRICACIÓN DE FILTROS PRIMARIOS

PARTICIPANTES	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	
Encuest. 1	3	4	5	5	2	19
Encuest. 2	2	1	5	3	1	12
Encuest. 3	5	5	5	5	3	23
Encuest. 4	5	5	5	4	4	23
Encuest. 5	3	4	5	4	2	18
Encuest. 6	3	3	2	2	1	11
Encuest. 7	4	3	2	2	1	12
Encuest. 8	1	1	2	5	2	11
Encuest. 9	2	5	3	4	4	18
Encuest. 10	2	3	2	1	4	12
Encuest. 11	5	3	5	1	3	17
Encuest. 12	3	5	4	5	2	19
Encuest. 13	4	4	1	5	3	17
Encuest. 14	3	4	5	2	5	19
Encuest. 15	5	1	2	1	5	14
Encuest. 16	5	3	3	4	3	18
Encuest. 17	1	5	4	2	5	17
Encuest. 18	3	3	3	1	2	12
Encuest. 19	1	2	5	3	1	12
Encuest. 20	2	4	3	4	4	17
Encuest. 21	5	3	1	4	4	17
Encuest. 22	4	4	5	1	2	16
Encuest. 23	2	3	2	2	2	11
Encuest. 24	2	3	5	1	5	16
Encuest. 25	2	3	5	5	3	18
Encuest. 26	1	3	4	5	5	18
Encuest. 27	2	4	4	3	1	14
Encuest. 28	2	3	5	3	5	18
Encuest. 29	3	3	4	3	4	17
Encuest. 30	3	3	3	4	2	15
Encuest. 31	1	3	5	1	2	12
Encuest. 32	2	3	5	1	3	14
Encuest. 33	2	4	5	2	5	18
Encuest. 34	3	3	5	5	5	21
Encuest. 35	2	3	5	5	1	16
Encuest. 36	3	4	5	5	1	18
Encuest. 37	3	3	5	5	1	17
Encuest. 38	2	3	5	5	1	16
	1,44	2,16	0,00	0,56	1,04	16,40

RESULTADOS						
VARIANZA ITEM	Kv					5,20
VARIANZA TOTAL	Kt					16,40
No. ÍTEMS	K					5
			A=	$(K/(K-1)) * (1 - (Kv/Kt))$		
			A=	0,854		

La tabla 6 demuestra que la confiabilidad y validez de la encuesta No. 3 es buena, pues el resultado del Alfa Cronbach es de 0,854, como puede apreciarse en la siguiente escala.



4.0 ANALISIS DE DATOS

A continuación, se presenta un informe del análisis de la información recolectada a través de los estudios de laboratorio y de la observación participante, adicionalmente, se presenta los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de los grados noveno y décimo, a los docentes y a los padres de familia de Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, las cuales fueron acciones de necesaria ejecución para el logro del segundo objetivo específico.

Los resultados fueron analizados a la luz de los objetivos y de las categorías que guiaron la presente investigación, la finalidad fue constatar el cumplimiento de los mismos y la identificación de las dificultades más importantes y las necesidades apremiantes para cualificar el agua que se consume y se usa en la institución educativa que hace parte de esta investigación, a través de una propuesta de educación ambiental que se materializó en la elaboración de filtros primarios.

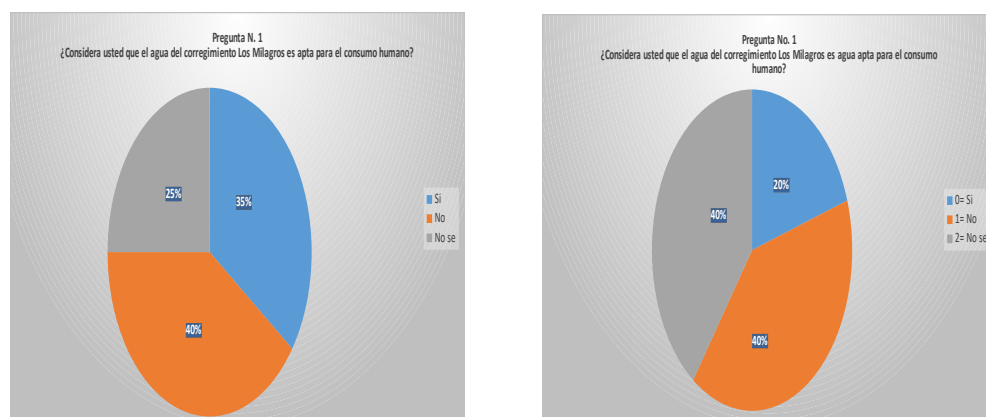
- **Primer objetivo específico:** el análisis físico-químico del agua cruda realizado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, se fundamentó en los criterios, decreto 1594 de 1984 en cuanto a los usos del agua y residuos líquidos y en la resolución 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”. Este determinó que en el agua que se consume en el corregimiento los Milagros, se encuentran agentes patógenos, compuestos químicos (amoníaco, bario, cadmio, zinc, cloruros, cobre, cromo, mercurio, nitratos, nitritos, plata, plomo), desechos orgánicos, sedimentos, entre otros. (Anexo D).
- **Segundo objetivo específico:** implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a

través de la utilización de filtros primarios. Para garantizar el logro de este objetivo fue necesario ejecutar tres acciones: identificar las enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada, identificar en el contexto la presencia de materiales naturales y de artículos reciclables que pueden emplearse en la elaboración del filtro primario, e implementar la estrategia eco-pedagógica.

- **Identificar las enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada:** para lograr este cometido, se aplicaron encuestas a los docentes y a los padres de familia de los estudiantes de los grados noveno y décimo de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza. A continuación, se grafican y analizan dichos resultados:

Figura 5

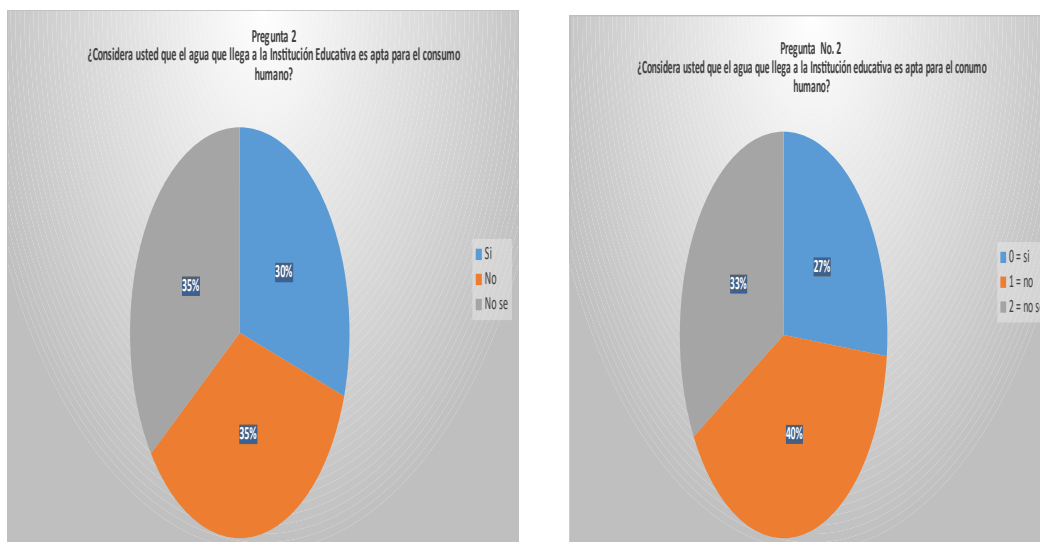
Respuestas a la pregunta 1, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



Los resultados muestran que el 40% de los docentes y el 40% de los padres consideran que el agua que se consume en el corregimiento Los Milagros no es apta para el consumo humano (figura 5).

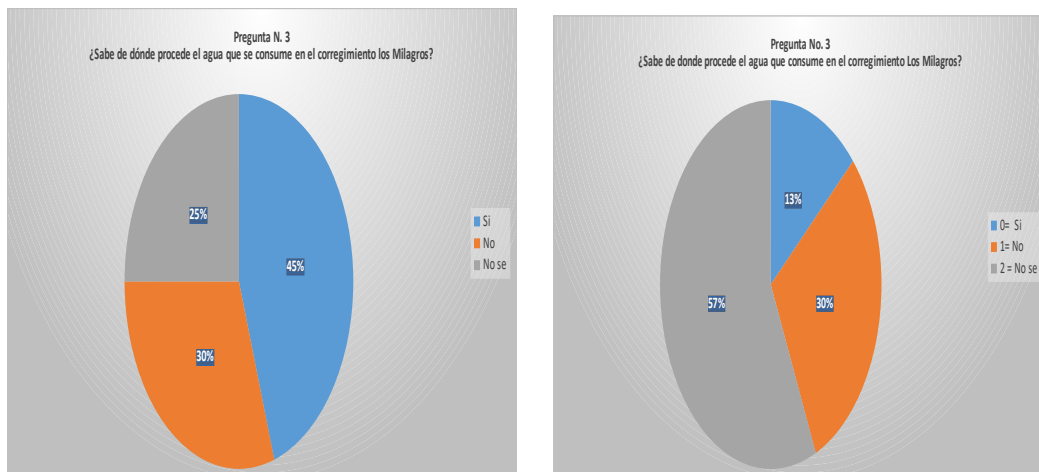
Figura 6

Respuestas a la pregunta 2, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



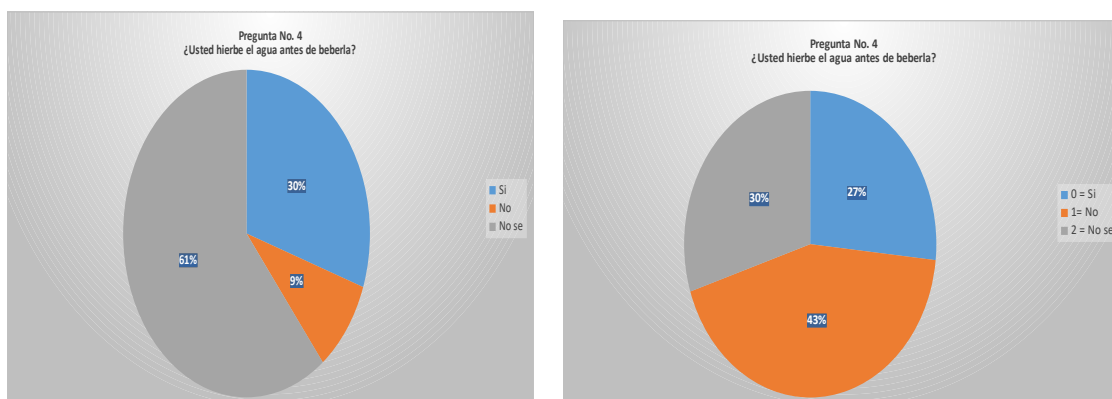
En la pregunta 2 de la figura 6, el 35% de los docentes y el 40% de los padres de familia, sostienen que el agua que se consume en la Institución Educativa José María Daza, no es apta para el consumo de la comunidad educativa.

Figura 7
Respuestas a la pregunta 3, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



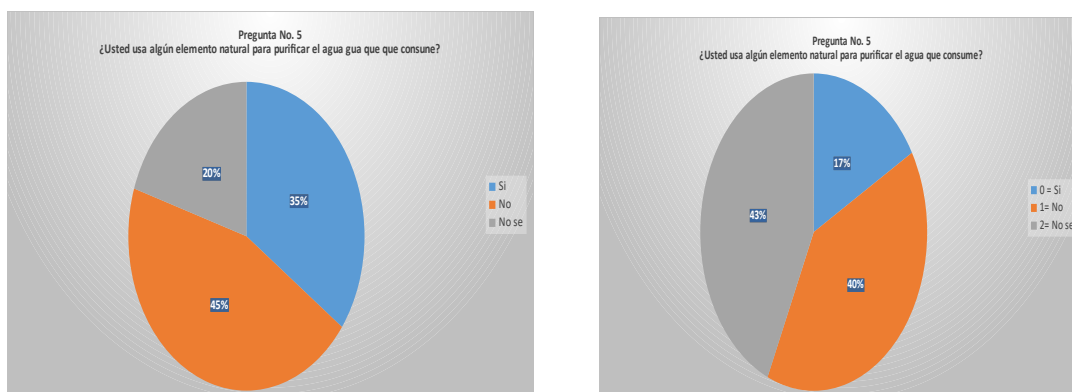
Los resultados de la figura 7, demuestran que el 30% de los padres de familia no conocen la procedencia del agua que consumen. Sin embargo, el 45% de los profesores si lo saben; por otra parte, sólo el 13% de los padres de familia conocen de donde proviene el agua que consumen en el corregimiento Los Milagros y es de notar que el 57% de los mismos no conocen la procedencia del agua.

Figura 8
Respuestas a la pregunta 4, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



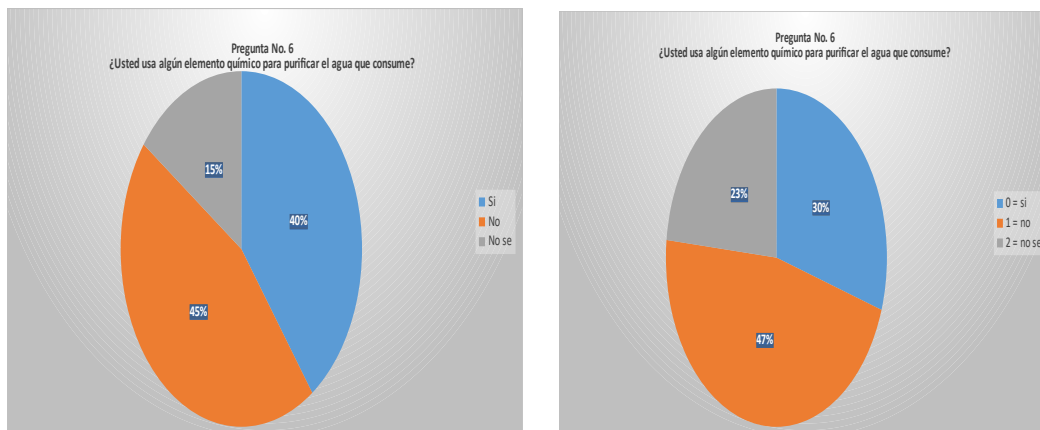
Para esta pregunta un porcentaje significativo con el 30% de los profesores y el 27% de los padres de familia, hierben el agua antes de consumirla, eso indica que no están completamente seguros de la calidad del agua que consumen, como se puede apreciar en la figura 8.

Figura 9
Respuestas a la pregunta 5, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



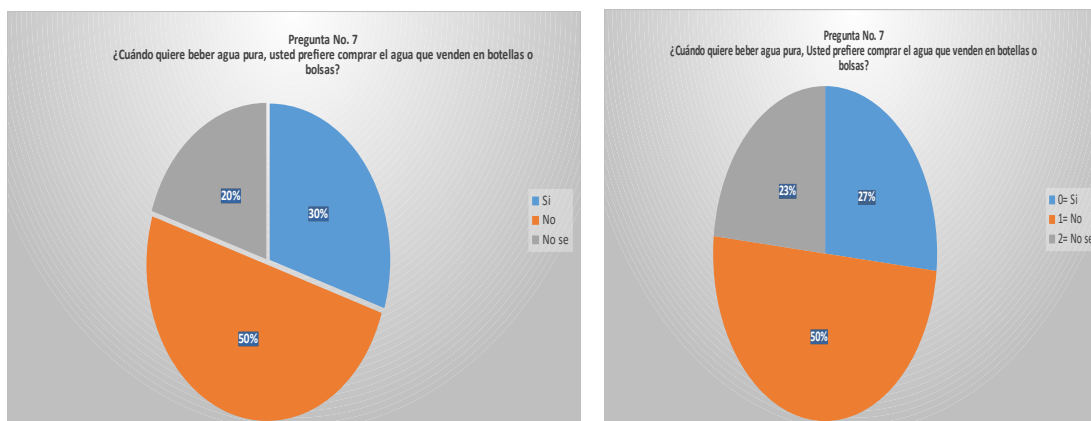
Los resultados de la figura 9 de esta pregunta demuestran que únicamente el 35% de los profesores purifica el agua, resulta preocupante que sólo el 17% de los padres de familia, utiliza un elemento natural para potabilizar al agua, antes de consumirla.

Figura 10
Respuestas a la pregunta 6, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



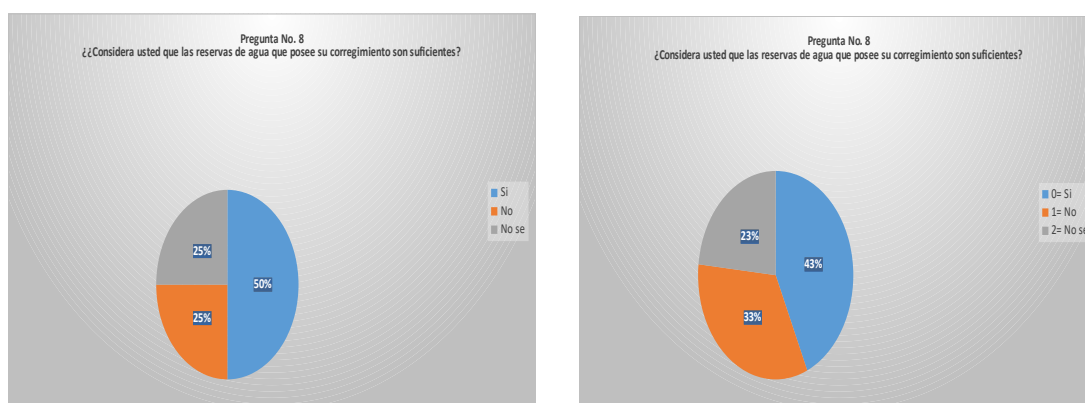
Quando se indagó sobre la utilización de un elemento químico para purificar el agua, el 40% de los docentes y el 30% de los padres respondieron de manera positiva. Sin embargo, los porcentajes con respuesta negativa son relativamente altos el 45% de los docentes y el 47% de los padres de familia, no utilizan ningún elemento químico para mejorar la calidad del agua antes de consumirla, (figura 10).

Figura 11
Respuestas a la pregunta 7, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



En esta pregunta de la figura 11 es menester resaltar que en un porcentaje del 50% tanto docentes como padres de familia, no consumen agua embotellada o en bolsa. Por lo tanto, es indispensable aprender a purificar el agua, en la comunidad del corregimiento de Los Milagros.

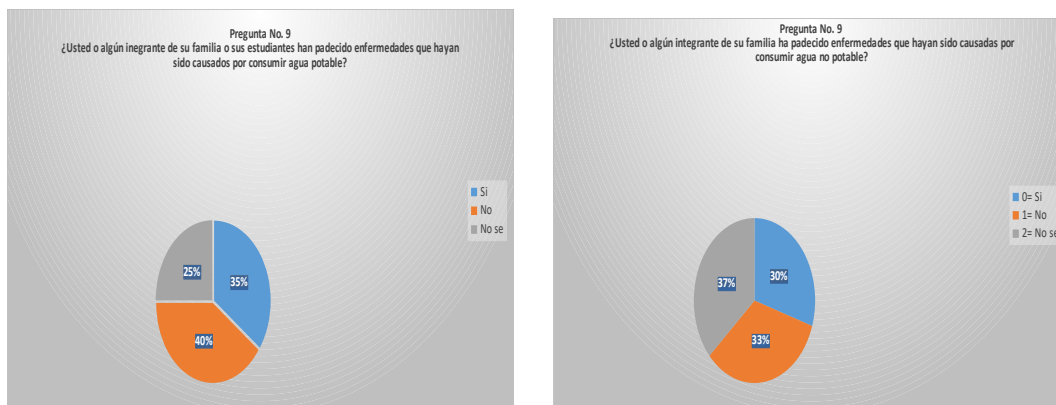
Figura 12
Respuestas a la pregunta 8, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



Los resultados expresados en la figura 12, demuestran que no existe unanimidad sobre el conocimiento de las reservas de agua que posee el corregimiento, es decir, los encuestados no están totalmente seguros si tienen y tendrán la suficiente agua para satisfacer sus necesidades y sobrevivir. Puede ser porque en estos espacios, como en muchos otros del campo, las personas creen que los recursos naturales son eternos e inagotables.

Figura 13

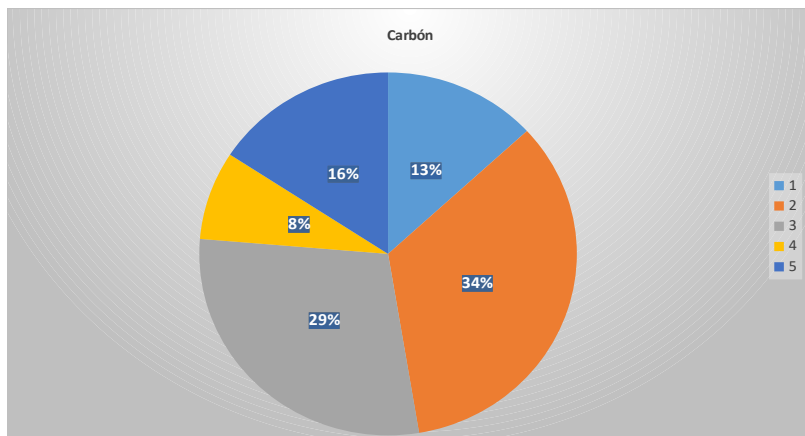
Respuestas a la pregunta 9, encuestas No. 1 y 2 aplicada a los padres de familia y a los docentes



Los porcentajes de la figura 13, sin demostrar suficiente mayoría, si, son preocupantes por la cantidad de las respuestas positivas, al padecimiento de enfermedades por causa del agua, no apta para el consumo humano; docentes con el 35% y el 30% de los padres de familia respondieron que han sufrido enfermedades por el consumo de agua.

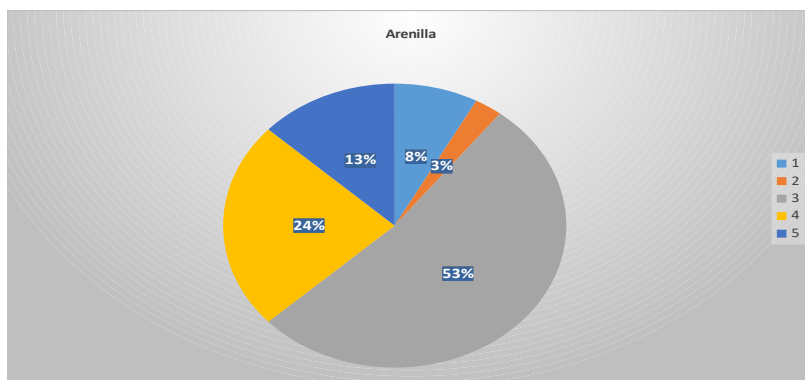
- **Identificar en el contexto la presencia de materiales naturales y de artículos reciclables que se emplearán en la elaboración del filtro primario:** fue necesario aplicar la encuesta No. 3 a los estudiantes de los grados noveno y décimo para obtener a través de ellos el listado de dichos materiales. Como puede apreciarse en este punto de la investigación, de acuerdo con los resultados previos, se vislumbra la necesidad de diseñar un artefacto de fácil elaboración y de bajo costo que pueda usarse para tratar el agua que se consume en la Institución Educativa José María Daza, los resultados evidencian la presencia de los siguientes elementos materiales de origen natural que pueden ser empleados en la elaboración de los filtros primarios:

Figura 14
Respuestas pregunta 1, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes



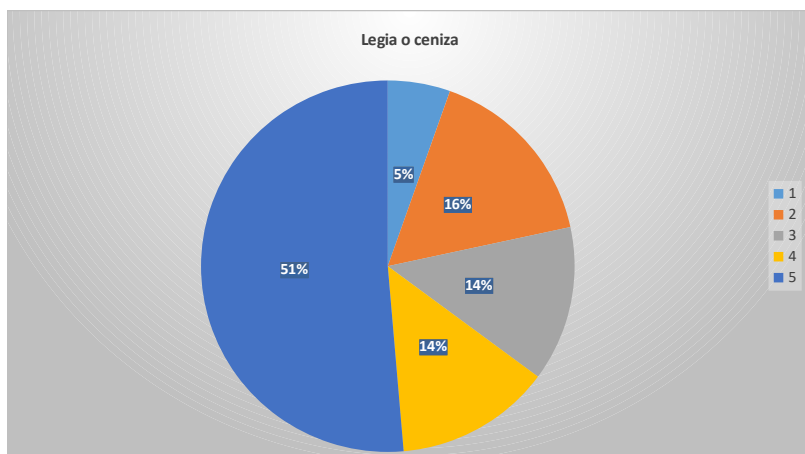
El 34% de los encuestados considera que el carbón se encuentra con facilidad en la zona y en proporciones importantes, lo cual se puede apreciar en la figura 14.

Figura 15
Respuestas pregunta 2, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes



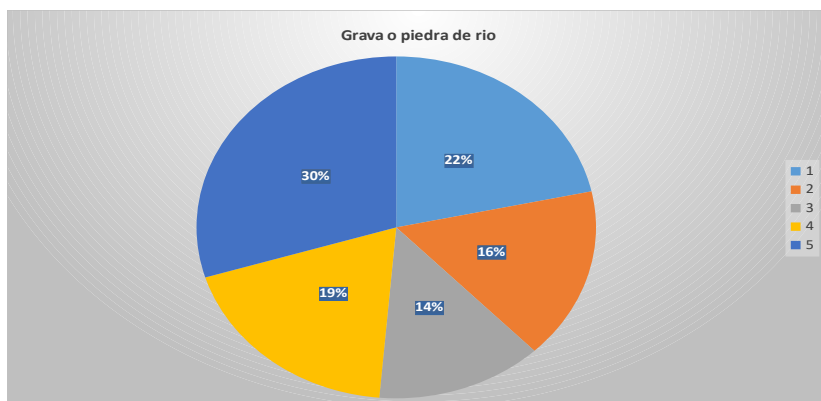
En la figura 15 se evidencia que la arenilla es el elemento más abundante en la zona y el más fácil de conseguir, pues el 52% de los encuestados así lo consideraron.

Figura 16
Respuestas pregunta 3, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes



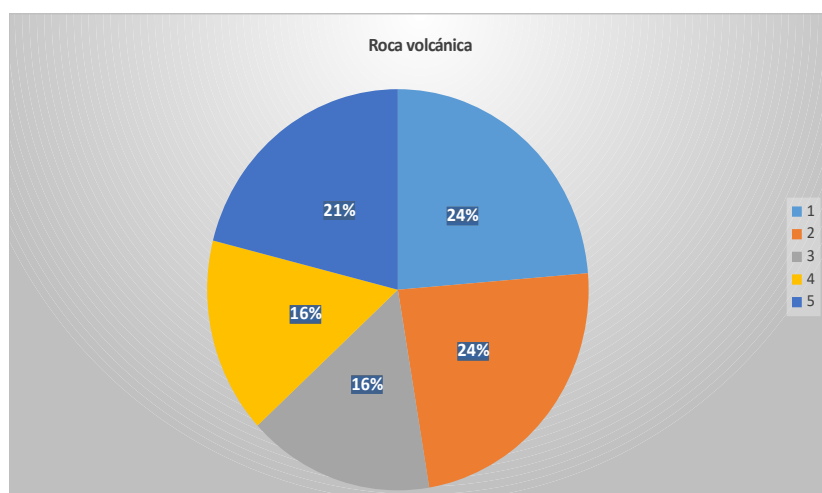
Otro elemento de fácil acceso y adaptabilidad para fabricar filtros que purifiquen el agua en zona de influencia de la Institución Educativa, es la ceniza, el 51 % de los encuestados, así lo consideran, como lo demuestran las respuestas de la figura 16.

Figura 17
Respuestas pregunta 4, encuesta No. 3 aplicada a los



En cambio, en relación con la grava o piedra de río, la gráfica 13 refleja que sólo un 16% de los estudiantes, coinciden en que este elemento se encuentra en la zona; lo que lo convierte en el elemento primario más escaso en la zona de influencia del proyecto, (figura 17).

Figura 18
Respuestas pregunta 5, encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes



La arena volcánica es otro de los elementos escasos en la zona, sólo el 24% (figura 18) de los encuestados creen que se puede hacer uso de ella para la elaboración de filtros para purificar el agua.

En resumen, se puede asegurar que los elementos que se encuentran en mayor proporción en la zona son la arenilla, el carbón, las piedras de río y la ceniza; por lo tanto, es posible disponer de estos materiales para fabricar los filtros primarios.

- **Implementar la propuesta eco-pedagógica para tratar el agua que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza:** Los docentes investigadores aplicaron paso a paso las instrucciones consignadas en el video que

se compartió a través de los canales de youtube y en el manual que se elaboró en el blog que se diseñó para enseñar a elaborar los filtros primarios. En un trabajo en equipo docentes y estudiantes fabricaron el primer filtro primario, con la firme intención de replicar la experiencia en sus casas. Los estudiantes demostraron interés, alegría, curiosidad, satisfacción y tranquilidad por poder contar con una solución por lo menos temporal, al problema del consumo de agua contaminada que se vive en el corregimiento Los Milagros.

- **Tercer Objetivo específico:** analizar la eficacia de los filtros primarios en el tratamiento del agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza. Para lograr esta meta fue necesario realizar un segundo análisis comparativo de laboratorio. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán analizó dos muestras de agua cada una de cinco litros, recolectadas, almacenadas y transportadas de acuerdo con las normas técnicas que exigió la empresa. Una de las muestras, es de agua cruda, es decir sin tratamiento, la otra contiene el agua que ha sido tratada en el filtro primario que fabricaron los docentes y los estudiantes. El estudio comparativo (Anexo E) demostró la mejoría significativa de la calidad del agua tratada y el cumplimiento de las condiciones de potabilidad del agua que establece la Resolución 2115 de 2007. En la tabla 7 pueden apreciarse los resultados:

Tabla 7.

Resultados del segundo análisis comparativo del agua tratada en el filtro primario

VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS.	Sin Tratar.	Tratada	Unidades.	Resolución 2115 de 2007.	Cumple/No cumple.
Alcalinidad	32.8	18,8	mg CaCO ₃ /L	200	Cumple
Aluminio	< 0.08	< 0.08	mgA/L	0.2	Cumple
Cloruros	< 4	< 2	mgCl/L	250	Cumple
Coliformes totales	12033	258	NMP/100	15000	Cumple.

			ml		
Color aparente	< 4	< 2	UPC	75	Cumple
Conductividad	60.1	60.1	$\mu\text{S/cm}$	1000	Cumple.
Demanda Química de oxígeno	< 50	< 50	$\text{mg O}_2/\text{L}$	---	---
Dureza Total	31.3	31.3	$\text{mg CaCO}_3/\text{L}$	300	Cumple
E.coli	10 unidades	10 unidades	NMP/100ml	2000	Cumple
Hierro	< 0.1	< 0.1	mgFe/L	0.3	Cumple.
Nitratos	2.5	0.05	mgNO_3/L	10	Cumple.
Nitritos	< 0.006	0.002	mgNO_2/L	0.1	Cumple.
Oxígeno Disuelto	7,62	7,62	$\text{mg O}_2/\text{L}$	---	---
pH	7,65	7,8	Unidades de pH.	5- 9	Cumple
Solidos disueltos totales	22	22	mg/L	---	---
Sulfatos	<8	< 8	$\text{mg SO}_4/\text{L}$	400	Cumple
Temperatura	20,3	19.5	$^{\circ}\text{C}$	35-37 $^{\circ}\text{C}$	Cumple.
Turbidez	1.22	1.82	NTU	2	Cumple.

Fuente: Laboratorio de la Oficina de Acueducto y Alcantarillado de Popayán

5.0 INFORME DE RESULTADOS

5.1. DISCUSIÓN

En el estado del arte de esta investigación, se reseñaron varios estudios relacionados con la temática del tratamiento del agua no potable a través de artefactos elaborados artesanalmente, en casa y a partir de elementos naturales. Estos se denominan filtros primarios porque son elaborados con elementos tomados del medio ambiente y con otros que pueden reciclarse.

Se identificaron coincidencias, al comparar los agentes contaminantes del agua de las investigaciones mencionadas y los del presente estudio: en la muestra analizada en el marco de esta investigación, se encontró que la muestra es generalmente turbia, en esta proliferan los coleiformes fecales, agentes patógenos, compuestos químicos (amoníaco, bario, cadmio, zinc, cloruros, cobre, cromo, mercurio, nitratos, nitritos, plata, plomo), desechos orgánicos, sedimentos, estos elementos son los principales causantes de las enfermedades gastrointestinales que padece la comunidad educativa de la Institución Agrícola José Dolores Daza.

Para enfrentar el problema, en zonas de difícil acceso que han sido olvidadas por el Estado, se pensó en buscar una solución que la comunidad pudiese elaborar fácilmente. En este sentido, cabe mencionar experiencias exitosas que se llevaron a cabo en el Ecuador, en Etiopia, en Perú y en Colombia (en Bogotá, Departamento de Nariño y el Municipio de Colón, Nariño)

En todas estas experiencias pudo constatar que dichas zonas, encontraron en los filtros primarios la solución que necesitaban para frenar la adquisición y expansión de las enfermedades e infecciones que estaba produciendo el uso de agua contaminada. Entonces, procedieron a elaborar los filtros utilizando productos naturales como la moringa oleífera,

Zeolitas (piedras de origen volcánico), carbón activado, ceniza de cascarilla de arroz, raíces de pasto, arena, gravilla, Para el caso que nos ocupa, los estudiantes primero identificaron los elementos que existen en el contexto, posteriormente, se hicieron pruebas con ellos, en éstas se notó que aunque la ceniza es un excelente purificador del agua, no elimina la turbidez del agua, por lo tanto, se decidió emplear: grava, arena y carbón activado en la fabricación de los filtros primarios.

Es pertinente mencionar que los análisis de laboratorio aplicados a las muestras de agua, que hicieron parte del presente estudio, siguieron rigurosamente lo establecido en la legislación relacionada con las condiciones de potabilidad con las que debe cumplir el agua para considerarse como tal, entre estas cabe resaltar: el Artículo 29 del decreto 1594 de 1984 que en su inciso A y en su artículo 30, determinan los usos y destino del agua del consumo humano y del uso doméstico: “Fabricación o procesamiento de alimentos en general y en especial los destinados a comercialización o distribución; bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato; satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios y fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos aditivos o productos similares”.

Por su parte, la resolución 2115 de 2007 señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua destinada al consumo humano. De igual manera, los artículos 38 y 39 de esta resolución se refieren a criterios de calidad admisibles. En el estudio aplicado el término criterios se debe asumir como cada una de las variables fisicoquímicas asociadas a la calidad del agua.

Cuando se trató de establecer si el estudio responde a la pregunta de investigación del presente estudio: ¿Cómo diseñar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que consumen los estudiantes de la Institución Educativa agropecuaria José Dolores Daza del corregimiento Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca a partir de la construcción de filtros primarios? La respuesta demostró que para diseñar una propuesta eco-pedagógica, deben integrarse varias acciones, actores y procesos como: la intervención de entidades especializadas en el análisis de la calidad del agua y en el tratamiento de la misma, la identificación de las necesidades y problemas que invitan a realizar visitas de campo a las fuentes de abastecimiento del agua y a obtener información del grupo meta a partir de encuestas que hicieron parte de las acciones que permitieron concretar el logro de los objetivos.

Asimismo, demostró que la implementación de la propuesta eco-pedagógica, cumplió con la doble finalidad de fomentar la educación ambiental y de proponer alternativas de solución al problema identificado. Así las cosas, el estudio combinó el componente técnico de la elaboración de los filtros primarios con el pedagógico, por ser acciones que están íntimamente relacionadas con el propósito y naturaleza de la investigación.

Para continuar respondiendo el anterior interrogante, es menester anotar que una propuesta de educación ambiental como la que generó el presente estudio, debe socializarse y sus resultados deben trascender a otros espacios de la comunidad educativa, a otros lugares y a otras personas que vivan situaciones similares a las del Corregimiento Los Milagros. Esto fue posible gracias a la utilización de las herramientas de la informática y de la comunicación y a los canales de comunicación que ofrecen las redes sociales.

Para finalizar puede afirmarse que la fusión del componente técnico y pedagógico de la propuesta, permitió entregar al menos una solución temporal al tratamiento del agua cruda; entonces, se contará con el suministro de agua segura mediante un mecanismo de fácil elaboración y de bajo costo, mientras se gestiona una solución definitiva a través de una planta de tratamiento.

5.2. HALLAZGOS FUNDAMENTALES

- Los sistemas de tratamiento del agua cruda como el utilizado en el presente estudio, se caracterizan por ser amigables con el medio ambiente, económicos y porque se han convertido en una excelente alternativa para las comunidades rurales o las regiones apartadas de los municipios y ciudades y por lo tanto de los servicios básicos sanitarios.
- Los filtros primarios que ofrecen más y mejores resultados son aquellos que se fabrican con gravilla, arena y carbón activado, materiales que fueron empleados en los filtros primarios de esta investigación. Además, se demostró que la filtración lenta remueve la turbidez y los coliformes fecales y totales.
- El trabajo en equipo que se llevó a cabo en este proyecto, cumplió con la doble finalidad de concientizar a los estudiantes sobre el uso racional y el cuidado que debe tenerse con los recursos hídricos y la búsqueda de soluciones fáciles, cercanas y económicas para tratar el agua que consumen. Puede decirse entonces que la educación ambiental constituye una poderosa herramienta para tratar problemas ambientales y sanitarios de manera creativa y efectiva.

5.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.3.1. Conclusiones

- El objetivo general de la investigación: implementar una propuesta eco-pedagógica para tratar el agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza a través de la utilización de filtros primarios. se logró a cabalidad porque fue posible diseñar e implementar una propuesta de educación ambiental que entregó a la comunidad educativa una nueva forma, diferente a las tradicionales, de tratar el agua cruda, esta vez se trata de un artefacto fabricado con materiales que pueden encontrarse en el contexto y de artículos como botellas y recipientes plásticos que pueden ser reutilizados. Los filtros primarios fueron elaborados por los estudiantes en un trabajo colaborativo con los investigadores. Los actores comprometidos en el estudio pudieron verificar la efectividad de estos artefactos en la solución de un problema apremiante como es la ausencia de plantas purificadoras de agua destinada al consumo humano.

Dicha efectividad fue demostrada por el estudio comparativo de las dos muestras de agua: una muestra de agua cruda y otra que fue tratada en el filtro primario que se empleó como prototipo en la presente investigación. Los resultados evidenciaron que de acuerdo con las condiciones que debe cumplir el agua para ser considerada potable, expresadas en la Resolución 2115 de 2007: la muestra de agua tratada cumple con el nivel de alcalinidad, pues mientras el nivel agua cruda era de 32,8 el del agua tratada fue de 18,8; la presencia de cloruros del agua cruda es de 4, en el agua tratada es de 2; los coliformes totales del agua cruda ascienden a 12.033, mientras que en el agua tratada solo hay 258; la cantidad de nitratos del agua cruda es de 2,5, en el agua tratada solo se encuentran 0,05; los nitritos del agua cruda de 0,006 son bajados a

0,002 en el agua tratada; el ph es elevado de 7,65 en el agua cruda a 7,8 en el agua tratada; de igual manera se redujo la temperatura la cual descendió del 20,3 en el agua cruda al 19,5 en el agua tratada.

El estudio también demostró que el agua tratada cumple con otras condiciones establecidas por la norma citada líneas arriba, como son: nivel de aluminio, conductividad, demanda química de oxígeno, E.colí, hierro, oxígeno disuelto, sulfatos y turbidez.

- Entre las acciones encaminadas al logro del segundo objetivo, está la identificación de las enfermedades que produce el consumo de agua contaminada, las que prevalecen en el grupo meta son las enfermedades gastrointestinales. Otra acción fue el reconocimiento de los materiales naturales y elementos que pueden emplearse en la elaboración de los filtros, esta búsqueda reveló que es recomendable utilizar gravilla o grava, arena, carbón activado, papel filtro, algodón natural y botellas reutilizables de 3.5 litros.
- Una vez seleccionados estos materiales se avanzó a la descripción paso a paso del proceso de elaboración de los filtros y a la producción de los mismos, estas explicaciones se hicieron de manera presencial con un grupo reducido de estudiantes y con todo el grupo meta a través de los canales de youtube y de un blog que se elaboró para tal fin. En los medios empleados los estudiantes demostraron que están interesados en aportar con soluciones amigables con el medio ambiente a la conservación de los recursos hídricos y a la salud de su comunidad. En esta actividad primó el interés, la alegría y la dedicación del grupo meta.
- Después de los pasos anteriores, el tercer objetivo específico se enfocó en demostrar la efectividad de los filtros primarios en el tratamiento del agua cruda que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, como se mencionó más arriba

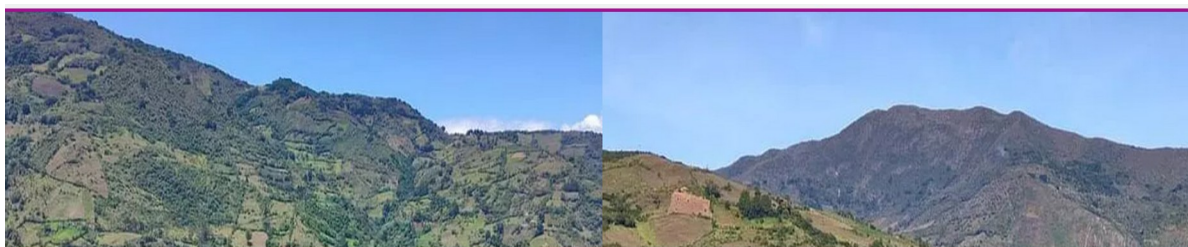
dicha efectividad y creación de una propuesta temporal de tratamiento del agua, fue demostrada mediante el estudio comparativa de las muestras de agua cruda y agua tratada en el filtro primario, realizado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

- La propuesta eco-pedagógica se concretizó y superó los límites del aula de clase al concretizarse en la estrategia didáctica de educación ambiental titulada ***Generando gotas de vida a través de filtros primarios***, con ésta se capacitó a los estudiantes y se socializa ante la comunidad académica y las regiones interesadas en este tipo de soluciones a través de un blog al cual se puede acceder mediante el link:

<https://juanoser1997.wixsite.com/filtros-primarios> y un video en youtube que puede verse en el link: <https://youtu.be/SK8X88GRAnM>. A continuación, se presentan los pantallazos del blog en el que se comparte la estrategia didáctica de educación ambiental.

-





Docentes investigadores

La investigación se llevará a cabo en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza del Corregimiento de Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca, está situada al nororiente del municipio de Bolívar. Tienen como área de servicio educativo a las veredas que pertenecen al corregimiento de los Milagros; entre ellas: Los Potreros, el Salto, la Palma, Loma Larga, San Gregorio, la Fuente El vecia, el Tambo, Yunguilla, la Zanja, Aguas Negras, los Amarillos, Villa María, Montañitas y la cabecera municipal de los Milagros.

011). Además de los ríos Blanco, Guachicón, San Jorge y San Ambingo, que lo riegan y abastecen a la población de la zona.

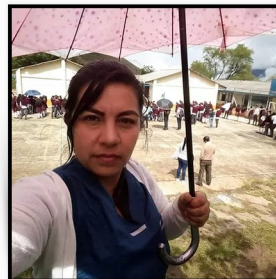


Docentes investigadores



Segundo Anatolio Pérez Caicedo

Profesor



Luber Yaneth Galindez Zuñiga

Profesora

Presentación

Esta estrategia didáctica de educación ambiental que se comparte a través de este blog, surgió de la investigación titulada Potabilización del agua en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza del Corregimiento Los Milagros, Municipio El Bolívar – Cauca, realizada por los docentes Luber Yaneth Galindez Zúñiga y Segundo Anatolio Pérez Caicedo para optar por el título de magister en Pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Popular del César.

La concepción inicial de la mencionada propuesta se gestó al



(33) WhatsApp x | wR demostrar - sinónimos y antónim x | MUSICA CRISTIANA PARA SENTI x | wx Home | Save Our Shores x +

← → ↻ juanoser1997.wixsite.com/filtros-primarios ★ ⚙️ P ⋮

This site was designed with the **WIX.com** website builder. Create your website today. [Start Now](#)



Justificación

Esta estrategia didáctica de educación ambiental que se comparte a través de este blog, surgió de la investigación titulada Potabilización del agua en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza del Corregimiento Los Milagros, Municipio El Bolívar – Cauca, realizada por los docentes Luber Yaneth Galindez Zúñiga y Segundo Anatolio Pérez Caicedo para optar por el título de magister en Pedagogía Ambiental para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Popular del César.

La concepción inicial de la mencionada propuesta se gestó al analizar la calidad del agua que consumen los integrantes de la comunidad educativa y constatar que no es apta para el consumo humano dado que en su recorrido desde la bocatoma del corregimiento Los Milagros hasta las casas está expuesta a los elementos contaminantes del entorno.

En este blog se podrá encontrar información básica sobre la Institución Educativa, la descripción del proceso de elaboración de los filtros primarios y un video de difusión de esta interesante

1

Primer objetivo

Potabilizar el agua que consume la comunidad de la Institución Educativa José Dolores Daza a través de filtros primarios.

2

Segundo objetivo

Capacitar a los estudiantes de los grados noveno y décimo de la institución educativa en la recolección de los materiales naturales que se emplearán en la elaboración de los filtros primarios y en el proceso de producción de dichos filtros.

3

Tercer objetivo

Concientizar a los estudiantes y a través de ellos a la comunidad en general sobre la necesidad de cuidar, preservar y proteger las fuentes hídricas de la región.

4

Cuarto Objetivo

Proponer alternativas de solución al problema del consumo de agua contaminada a través de artefactos sencillos, funcionales, de fácil elaboración y bajo costo

Instrucciones para hacer un filtro primario

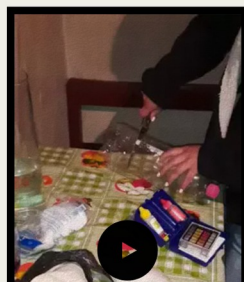


Orden de los materiales en las capas

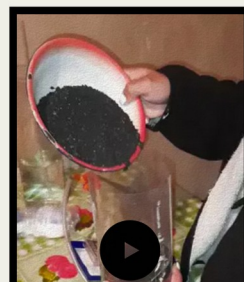


Videos ilustrativos

Cortando la botella



Añadiendo arena



- Al revisar las hipótesis cuantitativas que pretendía demostrar, se tiene que el agua que consumen los habitantes del corregimiento los Milagros, no es potable, puesto que los lugares que debe recorrer el agua antes de llegar a las casas de la vereda, no están protegidos contra la contaminación del entorno. El estudio técnico de las propiedades físico-químicas del agua cruda así lo demostró. En relación con la segunda hipótesis cuantitativa, por medio de un segundo estudio comparativo de las dos muestras de agua cruda y agua tratada, fue posible verificar la efectividad de los filtros primarios; por lo tanto, comprobó que pueden emplearse como una solución temporal para tratar el agua, mientras es posible contar con una solución definitiva.
- Finalmente, a través de esta investigación, fue posible comprobar que los filtros primarios realmente constituyen una alternativa de solución para tratar el agua, especialmente, en contextos rurales o en zonas marginales del país. Así lo informó el análisis de laboratorio final de la muestra de agua que fue potabilizada en el filtro primario, al certificar el cumplimiento de las siguientes variables fisicoquímicas: alcalinidad, aluminio, cloruros, análisis de coliformes totales, color, conductividad, demanda química de oxígeno, dureza total, E.coli, hierro, nitratos, nitritos, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, sulfatos, temperatura y turbidez .
- La principal limitación que se enfrentó y se pudo solventar en la presente investigación fue el aislamiento obligatorio a causa de la pandemia del Covid 19: este extendió el tiempo del trabajo investigativo que inicialmente se había proyectado para un año. Otra dificultad es que el avance del estudio necesitaba de la realización de estudios físico-químicos del agua cruda y tratada en laboratorios especializados. Estos tardaron más de dos meses, ante esta situación la única solución fue solamente, esperar.

- Las limitaciones del contacto físico y de comunicación entre los investigadores y el grupo de trabajo fueron solucionadas satisfactoriamente por medio de los dispositivos de comunicación, el servicio de conectividad a internet y el uso de las redes sociales, plataformas y demás herramientas de información y comunicación.

5.3.2. Recomendaciones

- Se recomienda fomentar la educación ambiental en las instituciones educativas para que pueda operar como mecanismo que busca y propone alternativas de solución a los problemas ambientales y sanitarios, especialmente en las instituciones educativas rurales.
- La creatividad unida a la necesidad de supervivencia y a la educación ambiental pueden ser aprovechadas para generar soluciones interesantes a partir de materiales naturales y reciclables de fácil adquisición en el contexto, en lugar de lamentarse por las ayudas estatales que no llegan oportunamente o que talvez nunca aparezcan.
- A las familias integrantes de la comunidad de la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza, se les recomienda tratar el agua a través de los filtros primarios como mecanismo para evitar la adquisición y expansión de enfermedades gastrointestinales e infecciosas; asimismo, estas ideas ingeniosas y sencillas pueden ser replicadas a la totalidad de la comunidad de la vereda.
- La institución educativa debe propender por fortalecer y multiplicar la educación ambiental en su región, la presente investigación ha legado para la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza una propuesta didáctica y un video que pueden ser usados para tal fin.

5.3.3. Recomendaciones para estudios futuros

- Para investigaciones futuras se podría profundizar en el tema y proponer la instalación de microplantas de tratamiento de agua que pueden colocarse en los estanques, quebradas y pequeños ríos de los cuales se abastecen los seres humanos.

REFERENCIAS

- ACCIONA. (18 de Mayo de 2020). *ACCIONA*. Obtenido de <https://www.accionacom/ambientum>. (17 de noviembre de 2019). *ambientum*. Obtenido de <https://www.ambientum.com/ambientum/agua/zonas-rurales-de-etiofia-tendran-acceso-a-agua-potable.asp>
- Acosta, R., Córdoba, J., Pacheco, J. y Ramírez, C. (2016). Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros. *Revistas Uniminuto* (págs. 54-62). <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1442>
- Aguilar, W. (2019). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano obtenida en una microplanta utilizando filtro lento de arena en la comunidad nativa de Chunchiwi. Universidad Agraria de la Selva. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1566/WOAH_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aboleda, J. (1992). Teoría y práctica de la purificación del agua. Acodal. <https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/teoria.pdf>
- Arciniegas, A., Garzón, F., Gómez, M. y Mera, M. Implementación de alternativas en agua potable y saneamiento básico en el marco de la Estrategia Entornos Saludable para el departamento de Nariño. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/alternativas-agua-potable-narino.pdf>
- Argentina Forestal. (8 de Enero de 2020). *argentinaforestal.com*. Obtenido de <https://www.argentinaforestal.com/2020/01/08/la-super-agenda-ambiental-global-de-2020/#:~:text=La%20%E2%80%9Cs%C3%BAper%E2%80%9D%20agenda%20ambiental%20global%20de%202020&text=En%20los%20%C3%BAltimos%20mheces%2C%20la,hacia%20un%20futuro%20m%C3%A1s%20sosten>
- Carr, W. y. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona.
- Cediel, N. y Diaz P. (2021). Evaluación de un sistema de filtración para el tratamiento de agua cruda utilizando cascarilla de café modificada con nanopartículas de plata. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31385>
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana. (2007). *Tipos de agua*. Obtenido de <http://www.cuidoelagua.org/somos.html>
- Congreso de la República. (9 de Mayo de 2007). *redjurista*. Obtenido de https://www.redjurista.com/Documents/decreto_1575_de_2007_ministe
- Congreso de la República de Colombia. (20 de Julio de 1991). *Secretaría del Senado de la República*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Costitución Política de Colombia. (20 de Julio de 1991). *sdp.gov.co*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/cpcapitulo5publicos.pdf>
- CUIDADO DEL AGUA. (14 de Mayo de 2020). *cuidadodelagua.org*. Obtenido de <http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/tiposagua.html>
- Decreto 1575 de 2007, Ministerio de la Protección Social. <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>
- Delgado, A. y Muñoz, O. Implementación del proceso de desinfección para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua en la vereda El Paraíso - municipio de Colón - Nariño.

- <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25232/%20%09oamunozn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De VARGAS, L. 2. (2015). *Univeresidad Libre, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11285/INFORME%2021.101.023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De VARGAS, L. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de filtración rápida pp 5-17, 29-42*. Lima.
- De VARGAS, L. (2015). *Univeresidad Libre, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería. Bogotá*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11285/INFORME%2021.101.023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diaz, Isabel (2019). Tecnología española para llevar agua potable a zonas rurales de Etiopía. *nuevatribuna*. <https://nuevatribuna.publico.es/articulo/sostenibilidad/tecnologia-espanola-llevar-agua-potable-zonas-rurales-etipia/20191124112809168449.html>
- ELSEVIER, (2003). Depuración y potabilización del agua. <https://www.elsevier.es/en- revista-offarm-4-articulo-depuracion-potabilizacion-del-agua-13051504>
- Fundación AQUAe. (17 de Mayo de 2020). *Fundación AQUAe*. Obtenido de fundacionaquae@fundacionaquae.org
- Fundación AQUAe. (17 de mayo de 2020). *Fundación AQUAe*. Obtenido de fundacionaquae@fundacionaquae.org
- FUNDACIÓN AQUAe. (14 de Mayo de 2020). *Fundación AQUAe*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/propiedades-agua/>
- (Galvin, R. M. (s.f.). *Características físicas, químicas y biológicas del agua*. Córdoba.
- Galvis, G., Gonzáles, S y Murillo, S. (2020). Manual técnico para la elaboración de coagulantes / floculantes a partir de productos naturales. SENA . https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6813/manual_coagulantes_floculantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GRAY, N. (2015). *Universidad Libre, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Ambiental*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11285/INFORME%2021.101.023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grisales, Dayana (2010). Sistemas no convencionales de tratamiento de aguas superficiales para comunidades de desplazados en estado de emergencia (Caso Villa Clarín). Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/494/GrisalesPenagosDayana2010.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández, R. F. ((2003)). *Metodología de la investigación* ((3ª ed.) ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Hernández, R. F. ((2003)). *Metodología de la investigación* ((3ª ed.) ed.). México: Editorial Mc Graw-Hill.
- Hernández, R. F. (2003). *Metodología de la investigación* (3a. ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Hernández, R. F. (2003). *Metodología de la investigación* (3a. ed.). México: Mc Graw-Hill.
- ISO 24510. Actividades relacionadas con los servicios de agua potable y residual. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:24510:ed-1:v1:es>

- ISO 46001 (2019). Nueva norma internacional paara la eficiencia del agua.
<https://www.ibnorca.org/es/noticias/nueva-norma-internacional-para-la-eficiencia-del-agua-recien-publicada>
- JAPAC (2016). En qué consiste el tratamiento del agua. <https://japac.gob.mx/2016/04/22/en-que-consiste-el-tratamiento-del-agua/>
- Leal, Maria. Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones. SOLARSAFEWATER. (pp. 63-70).
https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/04_Capitulo_04.pdf
- Ministeio de la Protección Social. (9 de mayo de 2007). *Ministerio de la Protección Social*. Obtenido de
<https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>
- Ministeri de Vivienda, Ciudad y Territorio. (3 de Enero de 2019). Obtenido de <https://diario-oficial.vlex.com.co/vid/resolucion-numero-0927-2019-835419913>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarroolo Teritorial 2010. (17 de Mayo de 2020). *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarroolo Teritorial 2010*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2010/res_0979_2010.pdf
- Resolución 2115 de 2007. Ministerio del Medio Ambiente 22 de junio 2007.
https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *minvivienda.gov.co*. Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/100811_titulo_j_ras%20_.pdf
- Ministerio de Vivienda. (8 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>
- Ministerio de Vivienda. (2017). *minvivienda.gov.co*. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=minvivienda&oq=minvi&aqs=chrome.0.0j69i57j0l6.6622j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- MOBIUS. (22 de Octubre de 2017). *mobius.net.co*. Obtenido de <http://mobius.net.co/tratados-internacionales-medio-ambiente/>
- Montero, Juan (2016). Estado del arte de los sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa de ahorro de agua potable en viviendas. Universidad Santo Tomás.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2418/Monterojuan2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Onwuebuie A.J. y Leech, N. (2006). <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR11-3/onwuegbuzie.pdf>. Recuperado el 20 de julio de 2020
- Presidencia de la República. (2 de Agosto de 2012). *minambiente.gov.co*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>
- Presidencia de la República. (18 de Noviembre de 2016). Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201898%20DEL%2023%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202016.pdf>
- Presidencia de la República. (28 de Enero de 2020). *dapre.presidencia.gov.co*. Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20118%20DEL%2028%20DE%20ENERO%20DE%202020.pdf>

- Programa de las Naciones Unidas (PNUD) (2021). Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
- RAYMOND, D. L. (2015). *Universidad Libre, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Ambiental*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11285/INFORME%2021.10.023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ricoy Lorenzo, C. (22 de 11 de 2006). *Redalyc*. Recuperado el 16 de julio de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1171/117117257002>
- Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta Edición ed.). Bogotá: Mc. Graw Hill.
- Rodríguez, J. , Ortíz, D., Rodríguez, e. y Santos, E. Diseños de un filtro potabilizador ecológico para comunidades rurales, utilizando la moringa oleifera. *Revista Lasallista*. 15 (2). <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/1865/210210322>
- Rossi, Gloria. (2017). Diseño de un purificador de agua para uso en la pequeña industria alimentaria en las zonas rurales. Universidad Nacional de San Agustín. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5965>
- SÁNCHEZ BEJARANO, J. (19 de Mayo de 2020). *WIKIPEDIA*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_bruta
- Senado de la República. (11 de Julio de 1994). *secretariasenado.gov.co*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0373_1997.html
- Senado de la República. (11 de Junio de 1997). *secretariasenado.gov.co*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0373_1997.html
- Senado de la República. (11 de Junio de 1997). *secretariasenado.gov.co*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0373_1997.html
- Senado de la República de Colombia. (20 de Julio de 1991). *secretariasenado.gov.co*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Suprema Corte Constitucional de Justicia. (7 de Junio de 2018). *corteconstitucional*. Obtenido de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2018/T-223-18.htm>
- tratamientodelagua (2015). Teoría de la sedimentación. <https://www.tratamientodelagua.com.mx/teoria-de-sedimentacion/>
- tratamientodelagua (2015). Velocidad de Hazen. <http://www.tratamientodelagua.com.mx/velocidad-de-hazen/>
- Villa, G. (et.al. 2018). Evaluación de la remoción de arsénico en agua superficial utilizado filtros domiciliarios. *Rev. Perú Med Exp Salud Pública*. (págs. 652-660). doi:10.17843/rpmesp.2018.354.3715.
- wikipedia. (15 de Mayo de 2020). *wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_bruta

ANEXOS

Anexo A. Encuesta No. 1 aplicada a los padres de familia



UNIVERSIDAD
Popular del Cesar

**MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA AMBIENTAL
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**



ENCUESTA No. 1 APLICADA A LOS PADRES DE FAMILIA DE LOS ESTUDIANTES DE LOS GRADOS 9 Y 10 PARA IDENTIFICAR LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS AL CONSUMO Y USO DE AGUA NO POTABLE

En el marco de la investigación titulada “Utilización de los filtros primarios como estrategia ecopedagógica para potabilizar el agua que se consume en la institución educativa agropecuaria José Dolores Daza del corregimiento de Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca” realizada por los docentes Luber Janeth Galindez Zuñiga y Segundo Anatolio Pérez Caicedo, se ha programado realizar la siguiente encuesta.

El objetivo: Identificar en el contexto la existencia de elementos naturales que pueden emplearse en la fabricación de filtros primarios.

Comendidamente, solicitamos su colaboración para responder la siguiente encuesta que durará aproximadamente 15 minutos.

1. **Conteste SI, NO o NO SÉ. Usted debe escribir una X, en la columna correspondiente; es decir, si su respuesta es SÍ, escriba la X en la columna del SI, si su respuesta es NO, escriba la X en la columna del NO, si usted no sabe la respuesta escriba la X en la columna que dice que NO SÉ**

No.	PREGUNTA	SI	NO	NO SÉ
1.	¿Considera usted que el agua del corregimiento Los Milagros es apta para el consumo humano?			
2.	¿Considera usted que el agua que llega a la Institución Educativa es apta para el consumo humano?			
3.	¿Sabe de dónde procede el agua que se consume en el corregimiento Los Milagros?			
4.	¿Usted hierbe el agua antes de beberla?			
5.	¿Usted usa algún elemento natural para purificar el agua que consume?			
6.	¿Usted usa algún elemento químico para purificar el agua que consume?			
7.	¿Cuándo quiere beber agua pura Usted prefiere comprar el agua que venden en bolsas o botellas?			
8.	¿Considera Usted que las reservas de agua que posee su corregimiento son suficientes?			

9.	¿Usted o algún integrante de su familia ha padecido enfermedades que hayan sido causados por consumir agua no potable?			
----	--	--	--	--

10. Si Usted respondió afirmativamente a la anterior pregunta, escriba el nombre de la enfermedad o la parte del cuerpo a la que afectó el consumo y uso de agua no potable (ojos, pies, piel, oído, estómago, u otros)

Anexo B. Encuesta No. 2 aplicada a los docentes

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

ENCUESTA No. 2 APLICADA A LOS DOCENTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROPECUARIA JOSÉ DOLORES DAZA PARA IDENTIFICAR LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS AL CONSUMO Y USO DE AGUA NO POTABLE

En el marco de la investigación titulada “Utilización de los filtros primarios como estrategia ecopedagógica para potabilizar el agua que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza del corregimiento de Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca” realizada por los docentes Luber Janeth Galindez Zuñiga y Segundo Anatolio Pérez Caicedo, se ha programado realizar la siguiente encuesta.

El objetivo: Identificar en el contexto la existencia de elementos naturales que pueden emplearse en la fabricación de filtros primarios.

Comendidamente, solicitamos su colaboración para responder la siguiente encuesta que durará aproximadamente 15 minutos.

2. **Conteste SI, NO o NO SÉ. Usted debe escribir una X, en la columna correspondiente; es decir, si su respuesta es SÍ, escriba la X en la columna del SI, si su respuesta es NO, escriba la X en la columna del NO, si usted no sabe la respuesta escriba la X en la columna que dice que NO SÉ**

No.	PREGUNTA	SI	NO	NO SÉ
1.	¿Considera usted que el agua del corregimiento Los Milagros es apta para el consumo humano?			
2.	¿Considera usted que el agua que llega a la Institución Educativa es apta para el consumo humano?			
3.	¿Sabe de dónde procede el agua que se consume en el corregimiento Los Milagros?			
4.	¿Usted hierbe el agua antes de beberla?			
5.	¿Usted usa algún elemento natural para purificar el agua que consume?			
6.	¿Usted usa algún elemento químico para purificar el agua que consume?			
7.	¿Cuándo quiere beber agua pura Usted prefiere comprar el agua que venden en bolsas o botellas?			
8.	¿Considera Usted que las reservas de agua que posee su corregimiento son suficientes?			
	¿Usted, algún integrante de su familia o sus estudiantes			

9.	han padecido enfermedades que hayan sido causados por consumir agua no potable?			
----	---	--	--	--

10. Si Usted respondió afirmativamente a la anterior pregunta, escriba el nombre de la enfermedad o la parte del cuerpo a la que afectó el consumo y uso de agua no potable (ojos, pies, piel, oído, estómago, u otros)

Muchas gracias por su colaboración

Anexo C. Encuesta No. 3 aplicada a los estudiantes

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

ENCUESTA No. 3 APLICADA A LOS ESTUDIANTES DEL GRADO 9 Y 10 PARA IDENTIFICAR ELEMENTOS NATURALES QUE PUEDEN USARSE EN LA FABRICACIÓN DE FILTROS PRIMARIOS

En el marco de la investigación titulada “Utilización de los filtros primarios como estrategia ecopedagógica para potabilizar el agua que se consume en la Institución Educativa Agropecuaria José Dolores Daza del corregimiento de Los Milagros del Municipio el Bolívar – Cauca” realizada por los docentes Luber Janeth Galindez Zuñiga y Segundo Anatolio Pérez Caicedo, se ha programado realizar la siguiente encuesta.

El objetivo: Identificar en el contexto la existencia de elementos naturales que pueden emplearse en la fabricación de filtros primarios.

Comedidamente, solicitamos su colaboración para responder la siguiente encuesta que durará aproximadamente 15 minutos.

3. En una escala de importancia de 1 a 5, siendo 1 el menor grado de importancia y 5 el mayor, indique la cantidad o abundancia de los siguientes elementos naturales en su contexto o en su casa.

No.	Pregunta	1	2	3	4	5
1.	Carbón					
2.	Arenilla					
3.	Legía o ceniza					
4.	Grava o piedras de río					
5.	Roca Volcánica					

Muchas gracias por su colaboración

Anexo D. Informe inicial descriptivo de la calidad del agua cruda, corregimiento Los Milagros

**INFORME INICIAL DESCRIPTIVO CALIDAD DEL AGUA CRUDA-MUNICIPIO DE LOS MILAGROS
DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

El siguiente cuadro descriptivo muestra un análisis físico químico inicial del agua cruda de la bocatoma del municipio de los milagros, donde fueron analizadas las principales variables que teniendo en cuenta el decreto 1594 de 1984 en cuanto a los usos del agua y residuos líquidos además de la resolución 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se realizará un análisis inicial de agua cruda, ***cuya finalidad será al del consumo humano. Se hace entonces enteramente necesario poder analizar su calidad inicial para poder definir su tratamiento y realizar el análisis posterior al mismo desde su punto de vista físico químico y biológico.***

El artículo 29 del decreto 1594 de 1984 indica en su inciso a, sin orden de prioridad la de consumo humano y doméstico, de igual manera y en ***el artículo 30*** y como se expresa en el mismo se debe entender como agua del consumo humano y domestico su empleo en actividades tales como:

- a. Fabricación o procesamiento de alimentos en general y en especial los destinados a comercialización o distribución.
- b. Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato.
- c. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- d. Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos aditivos o productos similares.

De igual manera y para tener en cuenta el ***artículo 38- 39*** que trata de los los criterios de calidad admisibles -entiéndase para este documento criterios, como cada una de las variables fisicoquímicas asociadas a la calidad del agua- para la destinación del recurso humano y domestico son los que se relacionan a

continuación, **e indican que para su potabilización solo se requiere tratamiento convencional o desinfección.**

Tabla de Unidades mg/L -Excepto cuando se indique lo contrario. Tratamiento convencional.

Variable.	Valor Admitido.
Amoniaco	1.0
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Cadmio	0.01
Cianuro	0.2
Cinc	15
Cloruros	250
Cobre	1.0
Color real	75 unidades
Fenol	0.002
Cromo	0.05
Mercurio	0.002
Nitratos	10
Nitritos	10
pH	5- 9 unidades
Plata	0.05
Plomo	0.05
Selenio	0.01
Sulfatos	400
Coliformes totales	20.000

Tabla de Unidades mg/L -Excepto cuando se indique lo contrario. Tratamiento por desinfección.

Variable.	Valor Admitido.
Amoniaco	1.0
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Cadmio	0.01

Cianuro	0.2
Cinc	15
Cloruros	250
Cobre	1.0
Color real	20 unidades
Fenol	0.002
Cromo	0.05
Mercurio	0.002
Nitratos	10
Nitritos	10
pH	6.5- 8.5 unidades
Plata	0.05
Plomo	0.05
Selenio	0.01
Sulfatos	400
Coliformes totales.	20.000
Turbiedad	10 unidades Jackson.

De igual manera, este análisis era de tipo comparativo, esperando los valores que debiesen cumplirse según la normatividad expresada con anterioridad, para ello se presenta en forma de cuadro los análisis de resultados arrojados por el laboratorio del Acueducto y Alcantarillado de la ciudad de Popayán.

En la tabla siguiente se muestran los resultados que serán tenidos en cuenta para realizar el análisis comparativo, que prosigue teniendo en cuenta las dos tablas del decreto consecuente con el fin de especificar el tratamiento que se procede. Después de ello se realizará el análisis comparativo posterior al tratamiento de aguas residuales.

REPORTE DE RESULTADOS							
ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN0719	DECRETO 1594 DE 1984 ART 38 AGUA NATURAL/CRUDA
						Quebrada Agua Regada-Vereda Los Milagros-Bolivar	
1	2020-11-09	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	32,8	-
2	2020-11-09	Aluminio	SM 3500 B	Espectofotométrico	mgAl/L	<0,08	-
3	2020-11-09	Cloruros	SM 4500 B	Volumétrica	mg Cl/L	<4	250
4	2020-11-09	Coliformes totales	SM 9223 B	Número mas Probable	NMP/100 mL	12033	20.000
5	2020-11-09	Color aparente	SM 2120 B,C	Espectofotométrico	UPC	<4	75
6	2020-11-09	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	µS/cm	60,1	-
7	2020-11-10	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-
8	2020-11-09	Dureza total	SM 2340 C	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	31,3	-
9	2020-11-09	E. coli	SM 9223 B	Número mas Probable	NMP/100 mL	10	2.000
10	2020-11-10	Hierro	SM 3500 D	Espectofotométrico	mg Fe/L	<0,1	-
11	2020-11-09	Nitratos	SM 4500 NO3 B	Espectofotométrico	mg NO ₃ /L	2,5	10
12	2020-11-09	Nitritos	SM 4500 NO2 B	Espectofotométrico	mg NO ₂ /L	<0,006	10
13	2020-11-09	Oxígeno disuelto	SM 4500 O G	Quimioluminiscencia	mg O ₂ /L	7,62	-
14	2020-11-09	pH	SM 4500 H+	Electrométrico	Unidad de pH	7,65	5,0 - 9,0
15	2020-11-12	Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	Gravimétrica	mg/L	22,0	-
16	2020-11-10	Sulfatos	SM 4500 E	Nefelométrico	mg SO ₄ /L	<8	400
17	2020-11-09	Temperatura	SM2550 B	Termométrico	° C	20,3	-
18	2020-11-09	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	1,22	-

VARIABLES FISICOQUÍMICAS.	<i>Convencional.</i>	<i>Desinfección.</i>	<i>Análisis agua cruda.</i>
Amoniaco	1.0	1.0	No analizado.
Arsénico	0.05	0.05	No analizado.
Bario	1.0	1.0	No analizado.
Cadmio	0.01	0.01	No analizado.
Cianuro	0.2	0.2	No analizado.
Cinc	15	15	No analizado.
Cloruros	250	250	< 4
Cobre	1.0	1.0	No analizado.
Color real	75 unidades	20 unidades	< 4
Fenol	0.002	0.002	No analizado.
Cromo	0.05	0.05	No analizado.
Mercurio	0.002	0.002	No analizado.
Nitratos	10	10	2,5
Nitritos	10	10	< 0.006
pH	5- 9 unidades	6.5- 8.5 unidades	7,65
Plata	0.05	0.05	No analizado.
Plomo	0.05	0.05	No analizado.
Selenio	0.01	0.01	No analizado.
Sulfatos	400	400	< 8
Coliformes totales	20.000	20.000	12033
Turbiedad	----	10 unidades Jackson.	1.22

Se concluye que el agua no es apta para el consumo humano y que prevalece la presencia de heces de animales.

Anexo E. Informe pre y post purificación del agua a través de los filtros primarios

**INFORME DESCRIPTIVO CALIDAD DEL AGUA CRUDA-MUNICIPIO DE LOS MILAGROS
DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

El siguiente cuadro descriptivo muestra un análisis físico químico inicial del agua cruda de la bocatoma del municipio de los milagros, donde fueron analizadas las principales variables que teniendo en cuenta el decreto 1594 de 1984 en cuanto a los usos del agua y residuos líquidos además de la resolución 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se realizará un análisis inicial de agua cruda, cuya finalidad será al del consumo humano. Se hace entonces enteramente necesario poder analizar su calidad inicial para poder definir su tratamiento y realizar el análisis posterior al mismo desde su punto de vista físico químico y biológico.

El artículo 29 del decreto 1594 de 1984 indica en su inciso a, sin orden de prioridad la de consumo humano y doméstico, de igual manera y en ***el artículo 30*** y como se expresa en el mismo se debe entender como agua del consumo humano y domestico su empleo en actividades tales como:

- a. Fabricación o procesamiento de alimentos en general y en especial los destinados a comercialización o distribución.
- b. Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato.
- c. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- d. Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos aditivos o productos similares.

De igual manera y para tener en cuenta el **artículo 38- 39** que trata de los criterios de calidad admisibles -entiéndase para este documento criterios, como cada una de las variables fisicoquímicas asociadas a la calidad del agua- para la destinación del recurso humano y domestico son los que se relacionan a continuación, **e indican que para su potabilización solo se requiere tratamiento convencional o desinfección.**

Tabla de Unidades mg/L -Excepto cuando se indique lo contrario. Tratamiento convencional.

Variable.	Valor Admitido.
Amoniaco	1.0
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Cadmio	0.01
Cianuro	0.2
Cinc	15
Cloruros	250
Cobre	1.0
Color real	75 unidades
Fenol	0.002
Cromo	0.05
Mercurio	0.002
Nitratos	10
Nitritos	10
pH	5- 9 unidades
Plata	0.05
Plomo	0.05
Selenio	0.01
Sulfatos	400
Coliformes totales	20.000

Tabla de Unidades mg/L -Excepto cuando se indique lo contrario. Tratamiento por desinfección.

Variable.	Valor Admitido.
Amoniaco	1.0
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Cadmio	0.01
Cianuro	0.2
Cinc	15
Cloruros	250
Cobre	1.0
Color real	20 unidades
Fenol	0.002
Cromo	0.05
Mercurio	0.002
Nitratos	10
Nitritos	10
pH	6.5- 8.5 unidades
Plata	0.05
Plomo	0.05
Selenio	0.01
Sulfatos	400
Coliformes totales.	20.000
Turbiedad	10 unidades Jackson.

De igual manera, este análisis era de tipo comparativo, esperando los valores que debiesen cumplirse según la normatividad expresada con anterioridad, para ello se presenta en forma de cuadro los análisis de resultados arrojados por el laboratorio del Acueducto y Alcantarillado de la ciudad de Popayán.

En la tabla siguiente se muestran los resultados que serán tenidos en cuenta para realizar el análisis comparativo, que prosigue teniendo en cuenta las dos tablas del decreto consecuente con el fin de especificar el tratamiento que se procede.

Después de ello se realizará el análisis comparativo posterior al tratamiento de aguas residuales.

REPORTE DE RESULTADOS							
ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN0719	DECRETO 1594 DE 1984 ART 38 AGUA NATURAL/CRUDA
						Quebrado Agua Regada-Vereda Los Milagros-Bolivar	
1	2020-11-09	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	32,8	-
2	2020-11-09	Aluminio	SM 3500 B	Espectofotométrico	mgAl/L	<0,08	-
3	2020-11-09	Cloruros	SM 4500 B	Volumétrica	mg Cl/L	<4	250
4	2020-11-09	Coliformes totales	SM 9223 B	Número mas Probable	NMP/100 mL	12033	20.000
5	2020-11-09	Color aparente	SM 2120 B,C	Espectofotométrico	UPC	<4	75
6	2020-11-09	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	µS/cm	60,1	-
7	2020-11-10	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-
8	2020-11-09	Dureza total	SM 2340 C	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	31,3	-
9	2020-11-09	E. coli	SM 9223 B	Número mas Probable	NMP/100 mL	10	2.000
10	2020-11-10	Hierro	SM 3500 D	Espectofotométrico	mg Fe/L	<0,1	-
11	2020-11-09	Nitratos	SM 4500 NO3 B	Espectofotométrico	mg NO ₃ /L	2,5	10
12	2020-11-09	Nitritos	SM 4500 NO2 B	Espectofotométrico	mg NO ₂ /L	<0,006	10
13	2020-11-09	Oxígeno disuelto	SM 4500 O G	Quimioluminiscencia	mg O ₂ /L	7,62	-
14	2020-11-09	pH	SM 4500 H+	Electrométrico	Unidad de pH	7,65	5,0 - 9,0
15	2020-11-12	Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	Gravimétrica	mg/L	22,0	-
16	2020-11-10	Sulfatos	SM 4500 E	Nefelométrico	mg SO ₄ /L	<8	400
17	2020-11-09	Temperatura	SM2550 B	Termométrico	° C	20,3	-
18	2020-11-09	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	1,22	-

VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS.	<i>Convencional.</i>	<i>Desinfección.</i>	<i>Análisis agua cruda.</i>
Amoniaco	1.0	1.0	No analizado.
Arsénico	0.05	0.05	No analizado.
Bario	1.0	1.0	No analizado.
Cadmio	0.01	0.01	No analizado.
Cianuro	0.2	0.2	No analizado.
Cinc	15	15	No analizado.
Cloruros	250	250	< 4
Cobre	1.0	1.0	No analizado.
Color real	75 unidades	20 unidades	< 4
Fenol	0.002	0.002	No analizado.
Cromo	0.05	0.05	No analizado.
Mercurio	0.002	0.002	No analizado.
Nitratos	10	10	2,5
Nitritos	10	10	< 0.006
pH	5- 9 unidades	6.5- 8.5 unidades	7,65
Plata	0.05	0.05	No analizado.
Plomo	0.05	0.05	No analizado.
Selenio	0.01	0.01	No analizado.
Sulfatos	400	400	< 8
Coliformes totales	20.000	20.000	12033
Turbiedad	----	10 unidades Jackson.	1.22

Aunque hay variables no análisis, en el análisis pre para el agua cruda según el decreto 1594 y teniendo en cuenta el análisis fisicoquímico realizado para constatar el paso a seguir, cada una de las 8 variables analizadas en el mismo se encuentran

por debajo de los rangos estipulados en la normatividad por lo cual se concluye que se trata de un agua cruda de óptima calidad. Sin embargo y teniendo en cuenta la rigurosidad a proceder, en el análisis pre deberá hacerse un análisis fisicoquímico y biológico un poco más a fondo.

Tratamiento Planteado para lograr una calidad del agua optima.

El sistema de tratamiento planteado para lograr una buena calidad del agua y teniendo en cuenta el análisis inicial realizado de las variables fisicoquímicas , fue un tratamiento convencional, compuesto por un filtro primario compuesto por diferentes capas de tela filtrante, grava, arena, carbón activado- vale la pena aclarar que no se utilizó en ningún momento “legia o ceniza” al comprobarse experimentalmente que existen reacciones colaterales que conllevan a que el agua a tratar alcance un nivel de solidos suspendidos bastante alto.

Por otro lado, teniendo en cuenta la cantidad de coliformes totales que existían de manera inicial -12033 NMP/100 ml y E.coli 10 NMP/100 ml – era necesario que el sistema tuviera una dosis de cloro, en pro de eliminar las bacterias presentes. En este sentido, bajo el análisis final se obtienen 256 NMP/100 ml, lo cual indica un porcentaje de remoción bastante alto mayor al 90 %, teniendo en cuenta que se preparó una solución de cloro, que contuviese 20 g de cloro en polvo comercial, diluidos en un litro de agua.

Es de aclarar entonces que aunque la concentración de la solución de cloro estuvo bien calculada, se hace necesario poder clorar un poco más el sistema para obtener una remoción total de coliformes totales y E.coli.

A continuación, se presentan los resultados realizados por el laboratorio y posteriormente en pro de realizar un análisis final, se comparan con la resolución

2115 para el agua tratada.



F.CEP.073

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000 -1 SSPD
REPORTE DE RESULTADOS N° 0666



V 3.0

EMPRESA:	Gersain Galindez
NIT:	87246594
DIRECCIÓN:	Calle 9 # 31-31
SOLICITADO POR:	Segundo Perez
TELÉFONO:	N.E
CELULAR:	3148067757
E-mail:	segundop1710@hotmail.com
ORDEN DE SERVICIO:	0783

FECHA DE MUESTREO:	2021-04-08
FECHA DE RECEPCIÓN:	2021-04-08
FECHA DE REPORTE:	2021-04-16
SITIO DE MUESTREO:	Vereda Los Milagros-Bolivar
TIPO DE MUESTRA:	AGUA TRATADA*
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL*
MUESTREO REALIZADO POR	SI -
AAPSA:	NO X

ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN0719		RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 AGUA TRATADA
						Quebrada Agua Regada-Vereda Los Milagros-Bolivar		
1	2021-04-09	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	18,8	-	-
2	2021-04-09	Aluminio	SM 3500 B	Espectofotométrico	mgAl/L	<0,08	-	-
3	2021-04-09	Cloruros	SM 4500 B	Volumétrica	mg Cl/L	<2	250	-
4	2021-04-09	Coliformes totales	SM 9223 B	Número mas Probable	NMP/100 mL	258	15000	-
5	2021-04-09	Color aparente	SM 2120 B,C	Espectofotométrico	UPC	<2	75	-
6	2021-04-09	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	µS/cm	60,1	-	-
7	2021-04-09	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-	-
8	2021-04-09	Dureza total	SM 2340 C	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	31,3	-	-
9	2021-04-09	E. coli	SM 9223 B	Número mas Probable	NMP/100 mL	10	2.000	-
10	2021-04-09	Hierro	SM 3500 D	Espectofotométrico	mg Fe/L	<0,1	-	-
11	2021-04-09	Nitratos	SM 4500 NO3 B	Espectofotométrico	mg NO ₃ /L	2,5	10	-
12	2021-04-09	Nitritos	SM 4500 NO2 B	Espectofotométrico	mg NO ₂ /L	<0,006	10	-
13	2021-04-09	Oxígeno disuelto	SM 4500 O G	Quimioluminiscencia	mg O ₂ /L	7,62	-	-
14	2021-04-09	pH	SM 4500 H*	Electrométrico	Unidad de pH	7,8	5,0 - 9,0	-
15	2021-04-09	Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	Gravimétrica	mg/L	22,0	-	-
16	2021-04-09	Sulfatos	SM 4500 E	Nefelométrico	mg SO ₄ /L	<8	400	-
17	2021-04-09	Temperatura	SM2550 B	Termométrico	° C	19,5	-	-
18	2021-04-09	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	1,82	-	-

*Datos suministrados por el cliente

Observaciones: Método de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Laboratorio Autorizado para la Realización de Análisis según Resolución N° 2625 del 27 de Septiembre de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social Tel: (28) 326408 FAX (2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayan.com.co
Resultados válidos únicamente para la (s) muestras analizadas.

JAVIER ANDRÉS BERNAL LÓPEZ
Coordinador Laboratorio AAPSA
PQ-4320

VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS.	Sin Tratar.	Tratada	Unidades.	Resolución 2115 de 2007.	Cumple/No cumple.
Alcalinidad	32.8	18,8	mg CaCO ₃ /L	200	Cumple
Aluminio	< 0.08	< 0.08	mgAl/L	0.2	Cumple
Cloruros	< 4	< 2	mgCl/L	250	Cumple
Coliformes totales	12033	258	NMP/100 ml	15000	Cumple.
Color aparente	< 4	< 2	UPC	75	Cumple

Conductividad	60.1	60.1	$\mu\text{S/cm}$	1000	Cumple.
Demanda Química de oxígeno	< 50	< 50	$\text{mg O}_2/\text{L}$	---	---
Dureza Total	31.3	31.3	$\text{mg CaCO}_3/\text{L}$	300	Cumple
E.coli	10 unidades	10 unidades	NMP/100ml	2000	Cumple
Hierro	< 0.1	< 0.1	mgFe/L	0.3	Cumple.
Nitratos	2.5	0.05	mgNO_3/L	10	Cumple.
Nitritos	< 0.006	0.002	mgNO_2/L	0.1	Cumple.
Oxígeno Disuelto	7,62	7,62	$\text{mg O}_2/\text{L}$	---	---
pH	7,65	7,8	Unidades de pH.	5- 9	Cumple
Sólidos disueltos totales	22	22	mg/L	---	---
Sulfatos	<8	< 8	$\text{mg SO}_4/\text{L}$	400	Cumple
Temperatura	20,3	19.5	$^{\circ}\text{C}$	35-37 $^{\circ}\text{C}$	Cumple.
Turbidez	1.22	1.82	NTU	2	Cumple.