



Neiva, Huila

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad Neiva

El (Los) suscrito(s):

Andres Ronaldo Bahamon Useche, con C.C. No. 1075306949

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado: Estudio Químico y Microbiológico del Río las Ceibas para el diseño y aplicación de una estrategia didáctica sobre calidad de aguas, en estudiantes del Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana-SIQUS.

presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de

Licenciado en Ciencias Naturales: Química Física y Biología;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Andres R. Bahama U.



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Estudio Químico y Microbiológico del Río las Ceibas para el diseño y aplicación de una estrategia didáctica sobre calidad de aguas en estudiantes del Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana-SIQUS

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Bahamon Useche	Andres Ronaldo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castañeda Gómez	Jhon Fredy
Montealegre Figueroa	Yeimis Yoana

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciado en Ciencias Naturales: Química, Física y Biología.

FACULTAD: Educacion

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura en Ciencias Naturales

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN:2022

NÚMERO DE PÁGINAS: 164

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías X Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas X Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Agua</u>	<u>Water</u>	6. <u>ABI</u>	<u>ABI</u>
2. <u>Análisis</u>	<u>Analisis</u>		
3. <u>Químico</u>	<u>Chemical</u>		
4. <u>Microbiológico</u>	<u>Microbiological</u>		
5. <u>Iones</u>	<u>Ions</u>		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El agua es considerada una fuente primordial para el desarrollo y sustento de los seres vivos debido a los incontables usos que se le da a este recurso natural, sin embargo, en la actualidad, la atención a la calidad óptima de esta sustancia para su uso y consumo ha decaído a tal punto que pronto se convertirá en uno de los recursos más costosos del planeta, esto es debido a que la industria, la ganadería, la agricultura. han llevado a que numerosas fuentes de agua sean contaminadas por productos químicos y biológicos que alteren sus propiedades y con ello, que en algunos casos se vea afectada la salud de los seres vivos que la consumen. Por esta razón, el presente trabajo consistió en el estudio sobre la calidad química y microbiológica del agua del río Las Ceibas en la zona alta, media y baja, para el diseño y aplicación de una estrategia didáctica que permitiera fortalecer el aprendizaje sobre esta temática en un grupo de maestros en formación en Ciencias Naturales que pertenecen al Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana. En primer lugar, se llevó a cabo la colecta de diferentes muestras de agua, posteriormente se realizó el análisis químico mediante pruebas colorimétricas, la identificación y la cuantificación de coliformes fecales y totales. Los resultados permitieron determinar que las muestras se encontraban dentro de los límites permitidos para iones NO_2^- , Cl^- , densidad, pH, turbidez y UFC para coliformes según el decreto 1594 de 1984. Esta experiencia permitió el diseño y aplicación de una estrategia didáctica mediante el enfoque investigativo en estudiantes del semillero de química, cuyos resultados permitieron establecer la eficacia del modelo para el aprendizaje de algunos aspectos relacionados con el agua.



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Water is considered a primary source for the development and sustenance of living beings due to the countless uses that are given to this natural resource, however, currently, attention to the optimal quality of this substance for its use and Consumption has declined to such an extent that it will soon be lost in one of the most expensive resources on the planet, this is due to industry, livestock, and agriculture. have led to numerous water sources being contaminated by chemical and biological products that alter their properties and with it, in some cases the health of living beings that consume it is affected. For this reason, the present work consisted in the study on the chemical and microbiological quality of the water of the Las Ceibas river in the upper, middle and lower zone, for the design and application of a didactic strategy that would allow strengthening the learning on this subject in a group of teachers in training in Natural Sciences who belong to the Chemistry Seedbed of the Surcolombiana University. In the first place, the collection of different water samples was carried out, later the chemical analysis was carried out through colorimetric tests, the identification and quantification of fecal and total coliforms. The results made it possible to determine that the samples were within the limits allowed for NO₂⁻, Cl⁻, density, pH, turbidity and UFC ions for coliforms according to decree 1594 of 1984. This experience allowed the design and application of a didactic strategy through the investigative approach in students of the chemistry nursery, whose results allowed establishing the effectiveness of the model for learning some aspects related to water.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Natalia Puentes

Firma:

Nombre Jurado: Javier Hernando Quesada Duque

Firma:



Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Estudio Químico y Microbiológico del Río las Ceibas para el diseño y aplicación de una estrategia didáctica sobre calidad de aguas, en estudiantes del Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana-SIQUS

Presenta:

Andrés Ronaldo Bahamon Useche

Código: 20151134609

Neiva, Huila, Colombia.

28 Noviembre de 2022.



Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Estudio Químico y Microbiológico del Río Las Ceibas para el diseño y aplicación de una estrategia didáctica sobre calidad de aguas, en estudiantes del Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana-SIQUS

Que para obtener el grado de:

Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Presentan:

Andrés Ronaldo Bahamon Useche

Código: 20151134609

Asesores

Jhon Fredy Castañeda Gómez

Yeimis Johana Montealegre

Neiva, Huila, Colombia

28 de Noviembre de 2022.

Nota de aceptación

Aprobado por los Jurados:

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Neiva, 28 de Noviembre de 2022

Agradecimientos

A los directores de tesis Jhon Fredy Castañeda Gómez y Yeimis Yoana Montealegre Figueroa del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo incondicional, estímulo y compañía permanente en la realización fructífera de este trabajo de grado.

A los profesores: Luis Javier Narvaes Zamora, Nina María Sánchez, Juan Carlos Valenzuela, Natalia Puentes, Jeison Herley Rosero Toro y Maira Yenifer Ríos Busto por la colaboración en los juicios de experto emitidos en las validaciones de los cuestionarios de recabación de saberes.

En gran medida a la coordinación del laboratorio de Química de Ciencias Básicas de la Universidad Surcolombiana, a cargo de la Licenciada Yeimis Yoana Montealegre Figueroa, y a la coordinación del Laboratorio de Microbiología a Cargo de la microbióloga Bibian Katherin Arguello Bernal, por brindarnos los espacios y el respaldo para la ejecución metodológica del presente proyecto.

A los participantes de la grata experiencia en el Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana, así como todas aquellas personas que contribuyeron en la construcción y enriquecimiento de este trabajo de grado.

A los jurados del presente trabajo de investigación Mg. Natalia Puentes y al Mg. Javier Hernando Quesada Duque, por su dedicación y aportes en beneficio del enriquecimiento de la presente investigación.

Dedicatoria

Dedico de manera especial este trabajo de investigación a mis padres, Raquel Useche y Gonzalo Bahamon Useche quienes han sido el cimiento de mi vida, pues con su apoyo, consejos, acompañamiento y enseñanzas me han formado como ser y me han permitido llegar hasta este nivel. Al resto de mi familia por sus palabras de aliento, me dieron la fortaleza para seguir adelante y perseverar por mis sueños e ideales. Por último, a todos mis docentes y amigos quienes, con sus vivencias durante mi formación, han compartido su conocimiento contribuyendo en gran manera para la culminación de esta etapa profesional.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	4
Dedicatoria	5
Tabla de Contenido.....	6
Tabla de ilustraciones.....	8
Lista tabla.	10
1. Resumen	12
2. Introducción	13
3. Planteamiento del Problema.....	15
4. Antecedentes.....	17
4.1 Antecedentes internacionales.....	17
4.2 Antecedentes Nacionales	20
4.3 Antecedentes Regionales	22
5. Justificación.....	24
6. Objetivos.....	26
a. General.....	26
b. Específicos	26
7. Marco Teórico	28
7.1 Área de estudio.....	28
7.1.1 Departamento del Huila	28
7.1.2 Municipio de Neiva	29
7.1.3 Río Las Ceibas.....	30
7.2 El agua	32
7.3 Factores de contaminación	33
7.3.1 Contaminación agrícola	34
7.3.2 Contaminación química.	35
7.3.3 Contaminación biológica	38
7.4 Referentes teóricos	40
7.4.1 Medios de cultivo	40
7.4.2 Pruebas bioquímicas.....	42
7.4.3 Pruebas colorimétricas	45
8. Metodología.....	47

8.1	Tipo de investigación.....	47
8.2	Etapas de la investigación.....	47
8.2.1	Etapa inicial.....	47
8.2.2	Etapa de desarrollo.....	48
8.2.2.1	Fase de laboratorio.....	49
8.2.2.2	Cuestionario.....	55
8.2.2.3	Intervención didáctica.....	55
8.2.2.4	Rol del investigador.....	56
8.2.2.5	Desarrollo de la propuesta.....	56
8.2.2.6	Aprendizaje vasado en la investigación.....	57
8.2.3	Etapa final.....	60
9.	Resultados y Discusión.....	61
9.1	Encuesta.....	61
9.1.1	Edad, Lugar de residencia y ocupación.....	61
9.1.2	Personas que habitan en el hogar y tiempo que lleva residiendo en la zona.....	64
9.1.3	Acueducto y alcantarillado.....	66
9.1.4	Usos del agua.....	66
9.1.5	Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.....	67
9.1.6	Animales de la zona y tratamiento de sus desechos.....	68
9.1.7	Tipos de cultivos.....	70
9.2	Muestreo.....	70
9.3	Fase de laboratorio.....	72
9.3.1	Cuantificación de coliformes totales y fecales.....	72
9.3.2	Identificación de coliformes totales y fecales.....	82
9.3.3	Kits de colorimetría.....	95
9.4	Intervención didáctica.....	96
9.4.1	Pretest.....	96
9.4.2	Postest.....	99
10.	Conclusiones.....	110
11.	Recomendaciones.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
	Referencias.....	112
	Anexos.....	122

Tabla de ilustraciones.

Figura No. 1. <i>Mapa geográfico del Huila con sus limitantes.</i>	29
Figura No. 2. <i>Mapa de la ciudad de Neiva con sus respectivas comunas.</i>	30
Figura No. 3. <i>Microcuencas que desembocan en el río las Ceibas a lo largo de toda su trayectoria de la parte alta, media y baja.</i>	32
Figura No. 4. <i>Aplicación de pesticidas en un cultivo agrícola.</i>	34
Figura No. 5. <i>Factores de contaminantes químicos en aguas y suelos.</i>	35
Figura No. 6. <i>Agar nutritivo.</i>	41
Figura No. 7. <i>Aplicación de la encuesta semiestructurada a los habitantes de la zona alta, media y baja del río Las Ceibas.</i>	48
Figura No. 8. <i>Mapa con los respectivos puntos de muestreo en la parte alta, media y baja del río Las Ceibas.</i>	49
Figura No. 9. <i>Elementos y montaje de filtración para análisis microbiológico de aguas</i>	50
Figura No. 10. <i>Pruebas bioquímicas para la identificación coliformes.</i>	51
Figura No. 11. <i>Observación microscópica de una de las muestras a 100x.</i>	52
Figura No. 12. <i>Elementos y montaje del kit de colorimetría de NO₂ –.</i>	54
Figura No. 13. <i>Aplicación de la encuesta previo a la intervención didáctica.</i>	57
Figura No. 14. <i>Guía del fundamento teórico y práctico de uno de los kits de colorimetría.</i>	58
Figura No. 15. <i>Foro de socialización de los resultados obtenidos.</i>	59
Figura No. 16. <i>Margen de edades de los entrevistados en la cercanía de la cuenca el río Las Ceibas.</i>	62
Figura No. 17. <i>Ocupación laboral de las personas entrevistadas.</i>	64
Figura No. 18. <i>Número de personas que habitan por hogar.</i>	65
Figura No. 19. <i>Tiempo de residencia de las personas que habitan en estas zonas.</i>	65
Figura No. 20. <i>Usos que le dan al agua.</i>	66
Figura No. 21. <i>Tipos de animales.</i>	69
Figura No. 22. <i>Listado de cultivos que trabajan en la zona</i>	70
Figura No. 23. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 1 del sub punto 1.</i>	72
Figura No. 24. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 1 del sub punto 2.</i>	72
Figura No. 25. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 1 del sub punto 3.</i>	73
Figura No. 26. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 2 del sub punto 1.</i>	74
Figura No. 27. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 2 del sub punto 2.</i>	74
Figura No. 28. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 2 del sub punto 3.</i>	75
Figura No. 29. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 3 del sub punto 1.</i>	75
Figura No. 30. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 3 del sub punto 2.</i>	76
Figura No. 31. <i>Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 3 del sub punto 3.</i>	76
Figura No. 32. <i>Morfología de las colonias de coliformes fecales.</i>	79
Figura No. 33. <i>Resultado de agar nutritivo.</i>	82
Figura No. 34. <i>Agar MacConkey</i>	83
Figura No. 35. <i>Resultados obtenidos del agar MacConkey.</i>	84
Figura No. 36. <i>Prueba de SIM.</i>	85
Figura No. 37. <i>Resultados de la prueba de SIM.</i>	86
Figura No. 38. <i>Prueba de Citrato de Simmons.</i>	87

Figura No. 39. <i>Resultados obtenidos de la prueba de Citrato de Simmons.</i>	88
Figura No. 40. <i>Prueba de TSI.</i>	89
Figura No. 41. <i>Resultados obtenidos de la prueba de TSI.</i>	90
Figura No. 42. <i>Observación microscópica de una de las muestras.</i>	92
Figura No. 43. <i>Tipos de bacilos observados microscópicamente.</i>	93
Figura No. 44. <i>Desarrollo de las actividades propuestas para análisis de aguas.</i>	97
Figura No. 45. <i>Resultados obtenidos por los estudiantes y consignados en el tablero para la posterior socialización.</i>	100
Figura No. 46. <i>Estructura inicial y final del Grupo.</i>	101
Figura No. 47. <i>Ubicación del valor Z calculado en la curva binomial.</i>	109

Lista tabla.

Tabla No. 1. <i>Recopilación de antecedentes a nivel internacional.</i>	17
Tabla No. 2. <i>Recopilación de antecedentes a nivel nacional.</i>	20
Tabla No. 3. <i>Recopilación de antecedentes a nivel regional.</i>	22
Tabla No. 4. <i>Morfologías y características de diferentes colonias.</i>	40
Tabla No. 5. <i>Control de calidad del agar MacConkey.</i>	42
Tabla No. 6. <i>Control de calidad del medio SIM ante algunas bacterias.</i>	43
Tabla No. 7. <i>Control de calidad del medio TSI ante algunas bacterias.</i>	44
Tabla No. 8. <i>Control de calidad del medio citrato de Simmons ante algunas bacterias.</i>	45
Tabla No. 9. <i>Lugar de residencia de las personas entrevistadas.</i>	63
Tabla No. 10. <i>Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.</i>	68
Tabla No. 11. <i>Tratamiento de los desechos animales.</i>	69
Tabla No. 12. <i>Pruebas in Situ realizadas en el muestreo.</i>	71
Tabla No. 13. <i>Datos obtenidos del conteo de colonias.</i>	77
Tabla No. 14 . <i>Resultados obtenidos de la cuantificación de coliformes totales y fecales de todas las muestras de agua.</i>	80
Tabla No. 15. <i>Resultados obtenidos del agar MacConkey.</i>	85
Tabla No. 16. <i>Resultados de la prueba de SIM.</i>	87
Tabla No. 17. <i>Resultados de la prueba de citrato de Simmons.</i>	89
Tabla No. 18. <i>Resultados de la prueba de TSI.</i>	91
Tabla No. 19. <i>Resultados obtenidos de la observación microscópica.</i>	93
Tabla No. 20. <i>Recopilación de los todos los datos obtenidos de las diferentes pruebas.</i>	94
Tabla No. 21. <i>Resultado de las pruebas colorimétricas.</i>	95
Tabla No. 22. <i>Estructura cognitiva inicial del Grupo.</i>	98
Tabla No. 23. <i>Medidas de tendencia central obtenidas en el pretest.</i>	98
Tabla No. 24. <i>Estructura cognitiva final del Grupo.</i>	99
Tabla No. 25. <i>Medidas de tendencia central obtenidas en el postest.</i>	99
Tabla No. 26. <i>Profesionales expertos que participaron en la validación del instrumento</i>	127
Tabla No. 27. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 1.</i>	128
Tabla No. 28. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 1.</i>	129
Tabla No. 29. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 2.</i>	130
Tabla No. 30. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 2.</i>	130
Tabla No. 31. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 3.</i>	131
Tabla No. 32. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 3.</i>	132
Tabla No. 33. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 4.</i>	133
Tabla No. 34. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 4.</i>	133
Tabla No. 35. <i>Razón de validez de contenido (CRV).</i>	134
Tabla No. 36. <i>Consistencia del instrumento de investigación.</i>	135
Tabla No. 37. <i>Plan de Evaluación del instrumento.</i>	153
Tabla No. 38. <i>Profesionales expertos que participaron en la validación del instrumento.</i>	154
Tabla No. 39. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 1.</i>	155
Tabla No. 40. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 1.</i>	156

Tabla No. 41. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 2.</i>	157
Tabla No. 42. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 2.</i>	158
Tabla No. 43. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 3.</i>	159
Tabla No. 44. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 3.</i>	160
Tabla No. 45. <i>Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 4.</i>	161
Tabla No. 46. <i>Consistencia de la prueba para evaluador 4.</i>	162
Tabla No. 47. <i>Razón de validez de contenido (CRV).</i>	163
Tabla No. 48. <i>Consistencia del instrumento de investigación.</i>	164

1. Resumen

El agua es considerada una fuente primordial para el desarrollo y sustento de los seres vivos debido a los incontables usos que se le da a este recurso natural, sin embargo, en la actualidad, la atención a la calidad óptima de esta sustancia para su uso y consumo ha decaído a tal punto que pronto se convertirá en uno de los recursos más costosos del planeta, esto es debido a que la industria, la ganadería, la agricultura. han llevado a que numerosas fuentes de agua sean contaminadas por productos químicos y biológicos que alteren sus propiedades y con ello, que en algunos casos se vea afectada la salud de los seres vivos que la consumen. Por esta razón, el presente trabajo consistió en el estudio sobre la calidad química y microbiológica del agua del río Las Ceibas en la zona alta, media y baja, para el diseño y aplicación de una estrategia didáctica que permitiera fortalecer el aprendizaje sobre esta temática en un grupo de maestros en formación en Ciencias Naturales que pertenecen al Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana. En primer lugar, se llevó a cabo la colecta de diferentes muestras de agua, posteriormente se realizó el análisis químico mediante pruebas colorimétricas, la identificación y la cuantificación de coliformes fecales y totales. Los resultados permitieron determinar que las muestras se encontraban dentro de los límites permitidos para iones NO_2^- , Cl^- , densidad, pH, turbidez y UFC para coliformes según el decreto 1594 de 1984. Esta experiencia permitió el diseño y aplicación de una estrategia didáctica mediante el enfoque investigativo en estudiantes del semillero de química, cuyos resultados permitieron establecer la eficacia del modelo para el aprendizaje de algunos aspectos relacionados con el agua.

2. Introducción

Colombia se encuentra posicionado como uno de los países más megadiversos del planeta, debido a la gran cantidad de ecosistemas que existen, lo que ha facilitado la formación de una gran cantidad de cuerpos de agua, como lagos, quebradas, lagunas y ríos que, en ocasiones atraviesan todo el territorio (Acosta et. al., 2015, p. 220), entre ellos, se encuentra el río Magdalena, al cual desembocan numerosos ríos en toda su trayectoria. Durante su paso por la ciudad de Neiva el principal afluente que desemboca en él es el río Las Ceibas, el cual es de gran importancia para la ciudad, ya que de él se abastece gran parte del acueducto municipal, además de las comunidades aledañas, las cuales realizan diferentes actividades como la agricultura y la ganadería. Como resultado de estas actividades, la cuenca puede ser afectada por diversos productos químicos y biológicos, como lo son los cloruros, nitritos, sulfatos, metales pesados, pesticidas y diferentes bacterias como lo son los coliformes; los cuales, si se encuentran en considerables concentraciones pueden afectar a la salud de los neivanos y de los seres vivos que se encuentran alrededor.

Este estudio realizó en primer lugar, la evaluación de agentes químicos y microbianos en la cuenca del río Las Ceibas. Para ello, se llevaron a cabo salidas de campo con el fin de llegar a las comunidades que habitan en los alrededores de la cuenca y así determinar las actividades que desempeñan y como estas pueden alterar la calidad del agua, posteriormente, se recolectaron tres muestras de aguas en tres puntos estratégicos, para poder realizar los respectivos análisis físicos, químicos y bacteriológicos en el laboratorio con el fin de determinar la presencia y concentración de iones de nitritos, sulfatos, cloruros y cuantificar las UFC para coliformes fecales y totales. Este trabajo permitió el diseño y la aplicación de una estrategia didáctica para ser implementada a los

estudiantes del semillero de Química (SIQUS) con el propósito de fortalecer los conocimientos sobre esta temática a través del aprendizaje basado en la investigación.

3. Planteamiento del Problema.

El vínculo existente entre el agua de los ríos y la salud poblacional es evidente, puesto que al agua es un receptor donde se vierten todo tipo de contaminantes sólidos y líquidos que alteran su composición química. Esta carga contaminante se da tanto en las zonas urbanas, como en las zonas rurales, en el caso de la primera se da en su mayoría, generados por la actividad industrial, comercial y doméstica. En el caso de las zonas rurales, se da por la aplicación de productos agrícolas a los cultivos que se encuentran cerca de los afluentes o la minería ilegal, etc. En ambos casos, son producto de la falta de conciencia ambiental y cuidado por nuestro territorio.

Durante muchos años se ha venido presentando un evidente deterioro en la calidad del agua de los ríos, que en muchas ocasiones se vierten toneladas de sustancias de desecho, las cuales si no se controlan desencadenaran fuertes consecuencias en la salud humana. Ahora bien, es importante mencionar a las personas que se encuentran aledañas al río y quienes a su vez, realizan alguna actividad como en es el caso de la agricultura o la ganadería, ya que en el primer caso se ven obligados al uso de químicos como pesticidas, para poder combatir las plagas, quienes son las que disminuyen la producción de sus cultivos, sin embargo, los daños que producen tienen importantes efectos sobre la calidad del agua provocando diferentes secuelas ambientales ya que algunos de estas sustancias persisten en la tierra por mucho tiempo y pueden contaminar pasivamente el agua por largos periodos. En el caso de la ganadería el foco de la contaminación se encuentra en el mal uso y tratamiento de los desechos animales, puesto que muchos de estos van a parar directamente a las aguas de los ríos ya sea intencionalmente o por esorrentías. En estos desechos animales existen muchos microorganismos patógenos, ocasionando así, la contaminación microbiológica del agua. Ahora bien, el estiércol producido por los bovinos puede llegar a ser una fuente de nutrientes para los cultivos, pero sus componentes como coliformes fecales, coliformes

totales y entero patógenos disminuyen la calidad del agua y se asocian directamente con enfermedades gastrointestinales (Flores López et al., 2012).

Por otro lado, los ríos pueden ser contaminados por metales pesados, esto puede ser por origen natural y se da justo en el momento que el agua pasa por sustratos que tienen compuestos metálicos en su composición, este proceso es lento o también por actividades mineras e industriales en aguas que desembocan en los ríos que abastecen diferentes localidades, estos metales pueden ser causantes de una variedad amplia de enfermedades, ya que se pueden bioacumularse en el hígado, riñones y pulmones llegando a producir problemas respiratorios y cáncer (Ferrer., 2003)

La creciente demanda de agua y el descubrimiento incesante de contaminantes nuevos y que son potencialmente dañinos, dejan en claro la urgente necesidad de seguir investigando todas las áreas que puedan de alguna u otra manera proteger el medio ambiente y la salud humana. El río Las Ceibas quien es la principal fuente hídrica de la ciudad de Neiva, debe contar con medidas de control para que los ciudadanos tengan acceso a agua de calidad, debido a que esta incide directamente no solo en el entorno ambiental sino sobre la salud de la población neivana. De este modo, en el presente trabajo se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo diseñar y aplicar una estrategia didáctica a partir de la investigación sobre el Río Las Ceibas para fortalecer el aprendizaje sobre la calidad del agua en estudiantes del semillero de química de la Universidad Surcolombiana “SIQUS”?

4. Antecedentes

A continuación, se describen algunos estudios relacionados con el uso, tratamiento y análisis tanto químico como microbiológico de muestras de aguas pertenecientes a ríos importantes. A parte de ello, se evidencian investigaciones relacionadas con base en el Aprendizaje Basado en la Investigación, donde se mencionan el valor que toma este modelo pedagógico al ser utilizadas en las aulas de clase, además de esto, exponen algunas percepciones del estudiantado frente a una metodología diferente a lo tradicional. Para desarrollar lo mencionado anteriormente y presentarlo de manera eficientes se consultaron estudios a nivel internacional, nacional y regional.

4.1 Antecedentes internacionales.

Tabla No. 1. *Recopilación de antecedentes a nivel internacional.*

Título de la investigación, autor y años	Objetivo	Aspecto metodológico	Principales hallazgos
Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. Campaña y Utreras. (2017).	Evaluar la calidad y las condiciones del agua de los ríos Machángara y Monjas, esto por medio de parámetros fisicoquímicos	En esta investigación se realizaron dos muestreos de agua, uno en cada río y se recolectaron tres muestras de cada sitio, estos puntos se escogieron dependiendo de los factores de seguridad y accesibilidad. Durante el proceso de recolección se realizaron algunas pruebas fisicoquímicas <i>in situ</i> , tales como pH, temperatura, ORP, oxígeno disuelto y caudal. Además de esto, en los laboratorios se realizó una determinación de coliformes totales y fecales por la técnica del número más probable (NMP).	Se encontró que el río Monjas presento un deterioro del agua a nivel microbiológico un poco mayor al del río Machangara, ya que los valores obtenidos para la prueba de NMP de coliformes totales y fecales fueron levemente mayores. Respecto a los parámetros fisicoquímicos se encontró que los dos ríos se encontraron en niveles aceptables.

Continuación de la Tabla No. 1.

Título de la investigación, autor y años	Objetivo	Aspecto metodológico	Principales hallazgos
<p>Calidad Microbiológica del Agua y Riesgo Sanitario De Dos Acueductos Rurales En el Estado Vargas, Venezuela. Barrientos et al. (2005).</p>	<p>Los objetivos de esta investigación fueron primeramente determinar la calidad microbiológica del agua e identificar las posibles fuentes de contaminación antrópica, además de ello caracterizar los acueductos rurales presentes en ambos ríos, por último, determinar los niveles de riesgos sanitarios de la zona.</p>	<p>Los muestreos de aguas se realizaron mensualmente durante el periodo correspondiente de agosto del año 2001 hasta julio del año 2002 en dos ríos diferentes; el primero se hizo en la base de una cascada del río Azul, donde se encontraba ubicado un dique. El segundo punto de recolección se encontraba cerca de la manguera de aducción de agua del río Osorio. Una vez realizados los muestreos se refrigeraron y se llevaron inmediatamente a un laboratorio donde se analizaron por medio de la técnica de filtración por membrana estéril descrita en APHA (1985).</p>	<p>Los resultados que se obtuvieron con relación a la presencia de coliformes en el agua fue positiva, ya que durante todos los muestreos en el año, el agua se encontró dentro de los límites o rangos máximo permitidos para microorganismos coliformes totales y fecales, esto quiere decir que el agua pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.</p>
<p>Aprendizaje basado en la investigación: caso UNEMI. Espine et al. (2016).</p>	<p>El objetivo de la presente investigación pretende demostrar la relación existente entre el incremento de la producción científica docente y el uso de la metodología del Aprendizaje Basado en Investigación, dentro de un proceso didáctico en las aulas de la Universidad Estatal de Milagro, UNEMI.</p>	<p>Se trata de una investigación cuali-cuantitativa, de tipo transversal, que tuvo como participantes a 304 estudiantes, de los cuales el 77,96% pertenecen a la Facultad Ciencias de la Educación y la Comunicación y el 22,04% Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI). Para este estudio se obtuvo información del Departamento de Investigación de la UNEMI. Una vez con esta información el instrumento utilizado fue un Cuestionario ABI, diseñado y validado en campo por los autores. El Instrumento constó de 6 ítems y 4 opciones de respuestas e investigó acciones didácticas que realiza el docente en el aula, desde su asignatura, para promover una actitud investigadora en los estudiantes.</p>	<p>Dentro de los resultados más relevantes destacan el incremento de la creación de nuevos procesos científicos por parte de los docentes de la institución, ya que durante el periodo de tiempo correspondiente a los años 2013 y 2015 esto aumentó en un 25% aproximadamente. Esto también evidencia la importancia del rol docente frente a la implementación de procesos educativos como el ABI.</p>

Continuación de la Tabla No. 1.

Título de la investigación, autor y años	Objetivo	Aspecto metodológico	Principales hallazgos
<p>Aprendizaje Basado en la Investigación Científica (ABIC), en los estudiantes de L.C.P. del CUCIÉNEGA de la Universidad de Guadalajara. Castro y Galán (2016).</p>	<p>El objetivo de este proyecto fue analizar los resultados de la aplicación del modelo Aprendizaje Basado en la Investigación Científica para su implementación institucional.</p>	<p>Para la ejecución de este proyecto el investigador primeramente expuso la importancia que tiene este tipo de aprendizaje, dándole ejemplos y mostrándole los resultados obtenidos. Luego de esto se orientó el enfoque metodológico de las investigaciones, el cómo buscar y manejar todo tipo de datos. Luego, de esto se aplicó un cuestionario para así conocer las actitudes de los estudiantes frente a las perspectivas y experiencias durante todo el proceso.</p>	<p>Se pudo observar que a pesar de las tareas desempeñadas por el profesor y los estudiantes, en torno a los trabajos de investigación, aún existe resistencia en realizar actividades de investigación. Por otro lado, expone que los procesos de investigación no son ajenos a cualquier labor docente que se realice, todos debemos estar conscientes de lo importante que es estudiar nuestro entorno e involucrarnos con la modificación positiva del mismo.</p>

Nota: En la tabla se muestran algunos antecedentes encontrados a nivel internacional relacionados análisis de aguas y a aprendizaje basados en la investigación (ABI).

4.2 Antecedentes Nacionales

Tabla No. 2. Recopilación de antecedentes a nivel nacional.

Título de la investigación, autor y años	Objetivo	Aspecto metodológico	Principales hallazgos
Estudio de caracterización de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua utilizada en la industria de alimentos, Colombia. Silvia et al. (2007)	Evaluar la calidad higiénico-sanitaria del agua utilizada en una muestra aleatoria de productos de industrias colombianas de alimentos.	Esta investigación posee un enfoque descriptivo transversal, donde se desarrolló involucrando sesenta y seis industrias, las cuales se encontraban localizadas en ocho departamentos. Se realizó un análisis de trece parámetros fisicoquímicos, tres parámetros microbiológicos, de plaguicidas organofosforados y carbamatos, además del estudio de diez tipos de metales.	Se pudo observar que un porcentaje pequeño de las industrias poseía una calidad de agua que se encontraban en niveles riesgosos según la normativa vigente. Cerca del 30% de las industrias se encontraban en el nivel medio de riesgo, 16% en niveles bajos y el 40% se encontraban fuera de cualquier riesgo.
Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de Palestina, Colombia. Duque Quintero et al. (2009)	En el presente estudio se determinó la calidad del agua de la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de palestina, Colombia, mediante indicadores biológicos. Además, se realizaron algunas pruebas fisicoquímicas	Para el muestreo de los macroinvertebrados utilizaron la metodología expuesta en Roldan (2003), para el caso de las muestras microbiológicas tomaron 50 mL por cada punto de muestreo, para su análisis en el laboratorio utilizaron la técnica del N.M.P. Respecto a las pruebas fisicoquímicas midieron oxígeno, pH, conductividad y temperatura.	Se comprobó que el agua de la estación piscícola posee una clasificación de clase tres, debido a que se encuentra medianamente contaminada. Por otra parte, no se observó deterioro de la calidad de agua.

Continuación de la Tabla No. 2.

Título de la investigación, autor y años	Objetivo	Aspecto metodológico	Principales hallazgos
Evaluación de la estrategia pedagógica "Aprendizaje basado en proyecto". Rodríguez et al. (2010)	El presente proyecto tiene como objetivo mostrar la percepción que tienen los estudiantes del programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Jorge Tadeo Lozano sobre la estrategia pedagógica denominada "proyecto de aula", utilizada en diferentes cursos teórico-prácticos.	Una vez en el aula de clase el docente del curso plantea a los estudiantes el desarrollo de un proyecto de investigación, en donde se aplicaría los conceptos teóricos. Cada estudiante decidió por su propia cuenta la temática que querían tratar. Una vez en ese punto el docente tomo el papel meramente de orientador, suministrando consejos e instrucciones. Para finalizar, se les pidió a los estudiantes realizar un escrito donde lo presentaría a manera de trabajo científico, exponiendo todo lo obtenido. Una vez concluido todo este proceso, a los estudiantes se le realizó una evaluación de la estrategia pedagógica, con el fin de indagar las percepciones de los estudiantes en relación con la manera de desarrollar y evaluar el ABPr.	Una vez aplicada la encuesta, se estimó la percepción general sobre los saberes de los estudiantes frente a este tipo de estrategias, donde se evidenció la importancia del uso para la formación y vida profesional del estudiantado. Durante el desarrollo de la actividad los estudiantes manifestaron dificultad para encontrar un tema de interés, donde lo pudieran desarrollar, ya que en algunas cosas el principal obstáculo fue que no contaban con los recursos físicos para la ejecución de toda la parte experimental de la investigación.
Aprendizaje basado en la investigación (ABI) como potencializador del estudio fisiológico de especies agrícolas y arbóreas del bosque alto andino, Colombia. Murcia Rodríguez y Ochoa Reyes (2017)	El objetivo de esta investigación fue potenciar la motivación, además de las capacidades de investigativas en los estudiantes del curso de fisiología vegetal del programa de biología de la Universidad de Pamplona, a través de la aplicación y uso de las estrategias pedagógicas basada en la investigación (ABI).	Esta investigación se basó aplicando el método científico. Se planteó el problema y se consultaron aspectos bibliográficos, se formuló la pregunta problema, la hipótesis y todo lo relacionado con los aspectos metodológicos y uso de datos e interpretación de los mismos, así como los resultados. Ahora bien, los proyectos desarrollados en el aula se basaron a gusto de los estudiantes, donde se evidenció un mayor interés en los temas relacionados al crecimiento y desarrollo vegetal, agrícola, morfo-anatomía foliar y sobre la fotosíntesis de especies nativas de la zona.	Los resultados más significativos que se lograron en esta investigación tienen relación con los valores a nivel conceptual, actitudinal y procedimental, ya que se encontraron niveles significativamente altos. Respecto al desarrollo de los proyectos ayudo a mejorar las apropiaciones de conocimientos científicos, mejoraron las capacidades al momento de tratar datos experimentales y al divulgar los mismos.

Nota: En la tabla se muestran algunos antecedentes encontrados a nivel nacional relacionados análisis de aguas y a aprendizaje basados en la investigación (ABI).

4.3 Antecedentes Regionales

Tabla No. 3. Recopilación de antecedentes a nivel regional.

Título de la investigación, autor y años	Objetivo	Aspecto metodológico	Principales hallazgos
Calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana. Narváez et al. (2017)	Determinar la calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la USCO.	En este proyecto se realizó un muestreo en 8 puntos de la Universidad Surcolombiana y el análisis fisicoquímico con kits de colorimetría y el equipo ultravioleta visible. Para el caso de las pruebas microbiológicas se utilizó la técnica de filtración por membrana Millipore estéril.	Los resultados obtenidos a partir de la cuantificación e identificación en todas las pruebas, se resalta que las muestras se encuentran en los niveles permitidos según lo establecido en la (Resolución 2115 de 2007)
Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto diversidad vegetal en estudiantes de noveno grado de la institución educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila. Guarnizo Losada et al. (2015).	Los objetivos planteados en esta investigación tienen relación con el diseño e implementación de una unidad didáctica para el aprendizaje de conceptos sobre diversas especies vegetales en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Eugenio Ferro Falla en Campoalegre, Huila (Colombia).	La presente investigación posee un enfoque cualitativo caracterizado por ser un diseño flexible en aras de observar el escenario y las personas desde una perspectiva holística. Como técnicas de recolección de información se utilizaron la observación participante, que es la más abordada para investigaciones con enfoque cualitativo en el que el investigador se introduce en el campo para observar al sujeto de estudio; a su vez el investigador se convierte en participante para lograr concretar y centrar aspectos esenciales de la investigación. También se utilizó como técnica de recolección de información el cuestionario, que nos permitió cualificar las respuestas y opiniones de los estudiantes de una manera flexible desde los puntos de vista, de la postura y el interés de estos mismos	Los resultados más relevantes se observan en los momentos iniciales y finales ya que se encontró similitudes en cuanto a tres tendencias para el caso de diversidad vegetal enfocándose en: riqueza, abundancia y ambiente, esto favoreció al aumento de las concepciones relacionadas con la presencia de plantas, usos y desarrollo de la las mismas.

Continuación de la Tabla No. 3.

Aprendizaje sobre el Aislamiento e Identificación de Metabolitos Secundarios del Helecho <i>Eupodium pittieri</i> a través del Modelo Investigativo, en Estudiantes del Programa de	El objetivo de esta investigación fue promover el aprendizaje sobre el aislamiento e identificación de metabolitos secundarios del helecho <i>Eupodium</i>	El presente proyecto se desarrolló con estudiantes de la Universidad Surcolombiana pertenecientes al componente flexible de fotoquímica del programa de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Para realizar una comparación se utilizaron dos	Debido a que el proyecto se construyó con base al aprendizaje basado en investigación (ABI) se obtuve que, por medio de esta estrategia pedagógica, los estudiantes construyeron el aprendizaje de los
--	--	--	--

<p>Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana Mora et al. (2019).</p>	<p><i>pittieri</i> a través del modelo investigativo, en estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana</p>	<p>grupos del mismo curso, donde ambos abordarían los mismos temas, pero con diferentes estrategias metodológicas, en una se usaría métodos tradicionales y en el otro utilizarían el aprendizaje basado en la investigación. Para este último, los estudiantes deberían desarrollar por su propia cuenta toda una investigación relacionada a la identificación de metabolitos secundarios de una planta. El modo de evaluar los conocimientos previos y adquiridos se realizó por medio de una encuesta tipo Likert que se aplicó antes y después de desarrollada la estrategia.</p>	<p>conceptos, procedimientos y actitudes bajo la perspectiva investigativa de aprender haciéndolo ellos mismo.</p>
--	---	--	--

Nota: En la tabla se muestran algunos antecedentes encontrados a nivel regional relacionados análisis de aguas y a aprendizaje basados en la investigación (ABI).

5. Justificación.

Según el ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial (2010) gracias a su localización geográfica y por su diversidad respecto a los regímenes climáticos, Colombia se encuentra dentro de los países más ricos en cuestión de recursos hídricos. De acuerdo con el IDEAM (2013) citado por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, en nuestro país existen 5 vertientes hidrográficas que ayudan a establecer lo anteriormente dicho, estas son las áreas del Orinoco, del Cribre, del Pacífico y del Amazonas, la última vertiente hidrográfica la comprende la región del Magdalena-Cauca la cual es de suma importancia por el contexto socioeconómico que aporta al país, siendo estos ríos los más representativos, es decir, se han convertido en las dos arterias fluviales más importantes del país, pero igualmente convirtiéndose en focos de contaminación ya que reciben todo tipo de basuras y desechos de aguas residuales sin tratar, de 15 millones de personas (Meyer et al., 2007). Aparte de esto, la erosión que se encuentra durante la trayectoria de estos ríos arrastra grandes cantidades de sedimentos (Sierra, 2011). Por otro lado, si hablamos de la vertiente hidrográfica del Orinoco y el Amazonas se evidencia que en estas zonas se encuentran los ríos que poseen los más poderosos caudales del país, los cuales se encuentran en su estado natural ya que en estas zonas habitan un número de personas muy reducido (Gualdrón Durán, 2016). En la vertiente del Orinoco encontramos el Río Orinoco, Río el Guaviare y el Río Meta, además de otros más pequeños como el Tomo y el Vichada, la mayoría de estos ríos nacieron en la cordillera oriental y descienden a la llanura. Por otro lado, en la vertiente del Amazonas encontramos los ríos Putumayo, Vaupés, Caquetá, Guainía, Caguán, Orteguzza, Yará, Cahuinari e Igara Paraná. Por último, en la vertiente hidrográfica del Pacífico tenemos a los ríos el San Juan, Patía, Baudó, Mira, Micay, Dagua, Anchicayá, Yurumanguí, Naya, Guapí, Iscuandé y Mataje (Martínez y García., 2019).

A hora bien, el departamento del Huila se encuentra bañado por importantes ríos que sirven para el mantenimiento tanto económico como social de toda la comunidad huilense, uno de ellos y de gran importancia es la cuenca del río Las Ceibas, la cual se encuentra ubicada en el costado oriental de la ciudad de Neiva y delimitada por accidentes geográficos muy definidos, que van desde las altas montañas, hasta su desembocadura en las aguas del río Magdalena. La cuenca del río Las Ceibas representa la principal fuente hídrica de la ciudad, de ella se abastece el acueducto municipal. Su cauce principal nace en el cerro de Santa Rosalía encontrándose en la parte baja de la cuenca correspondiente al área urbana de la ciudad (CAM, 2007). Las Ceibas tiene una gran diversidad climática gracias a sus diferentes niveles altitudinales, lo cual favorece la formación de diversos ecosistemas que son aprovechados con la realización de diferentes actividades por parte de la población que se encuentra ubicada a sus alrededores. Entre estas actividades, se encuentra principalmente la agricultura y la ganadería, las cuales satisfacen las necesidades económicas y sociales de la comunidad. Cada una de las actividades mencionadas anteriormente, representan un riesgo para la calidad del agua de la cuenca del río Las Ceibas, ya que, como resultado de ellas, el agua se puede ver afectada por productos químicos y biológicos, principalmente heces fecales, pesticidas, metales pesados, cloruros, nitritos, sulfatos, entre otros, que afectan de manera directa a la cuenca y también pueden llegar a afectar el bienestar y la salud de los neivanos, ya que es la principal fuente hídrica de la ciudad. Según (Bueno Zabala et al, 2013) “las cuencas de abastecimiento son la primera y principal barrera de los sistemas de abastecimiento de agua potable (SAAP) y, por lo tanto, la identificación de peligros es un instrumento clave para apoyar la evaluación y gestión de los riesgos que puedan comprometer la calidad del agua para el consumo humano”. Por lo tanto, es importante el desarrollo de proyectos que promuevan el conocimiento de las fuentes hídricas y la calidad de estas para garantizar su uso, como llevar a cabo el análisis

fisicoquímico y microbiológico de la cuenca del Río Las Ceibas con el propósito de determinar la existencia de cloruros, nitritos, sulfatos, coliformes o agentes bacterianos que puedan afectar a la población o incluso al medio ambiente. De encontrarse resultados significativos se fortalecería la línea de análisis de aguas en el grupo de investigación y en el semillero de investigación en química de la Universidad Surcolombiana (SIQUS), además, se informaría a la comunidad con el fin de buscar alternativas de solución que mejoren la calidad y el bienestar de todos los neivanos. Este tipo de estudios incentivan el diseño y aplicación de estrategias didácticas a través de la investigación con el objetivo de promover el Estudio fisicoquímico y bacteriológico de las fuentes hídricas en los futuros maestros de Ciencias Naturales.

6. Objetivos

a. General

➤ Analizar la calidad química, física y microbiológica de la cuenca del Río Las Ceibas para el diseño de una estrategia didáctica basada en la investigación y su aplicación en el Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana.

b. Específicos

➤ Cuantificar cloruros, nitritos y sulfatos de diferentes muestras de agua de la Cuenca del Río Las Ceibas mediante el test de colorimetría.

➤ Cuantificar coliformes de diferentes muestras de agua de la cuenca del Río Las Ceibas mediante filtración de membrana Millipore estéril.

➤ Implementar una estrategia didáctica basada en la investigación para promover el aprendizaje sobre la calidad química y microbiológica del agua en el Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana.

➤ Estimar la eficacia de la estrategia investigativa sobre el aprendizaje de algunos aspectos relacionados con la Cuenca del Río Las Ceibas y sobre el análisis químico y microbiológico del agua.

7. Marco Teórico

A continuación, se presentan de manera detallada las bases conceptuales que soportan la presente investigación. Para ello, en primer lugar, se resaltan aspectos relacionados con la primera etapa de la investigación como área de estudio, métodos de recolección de información y toma de muestreo. Luego, se menciona aspectos enfocados sobre tratamiento y análisis de aguas, donde se exponen principalmente materiales y métodos de las pruebas que se realizaron.

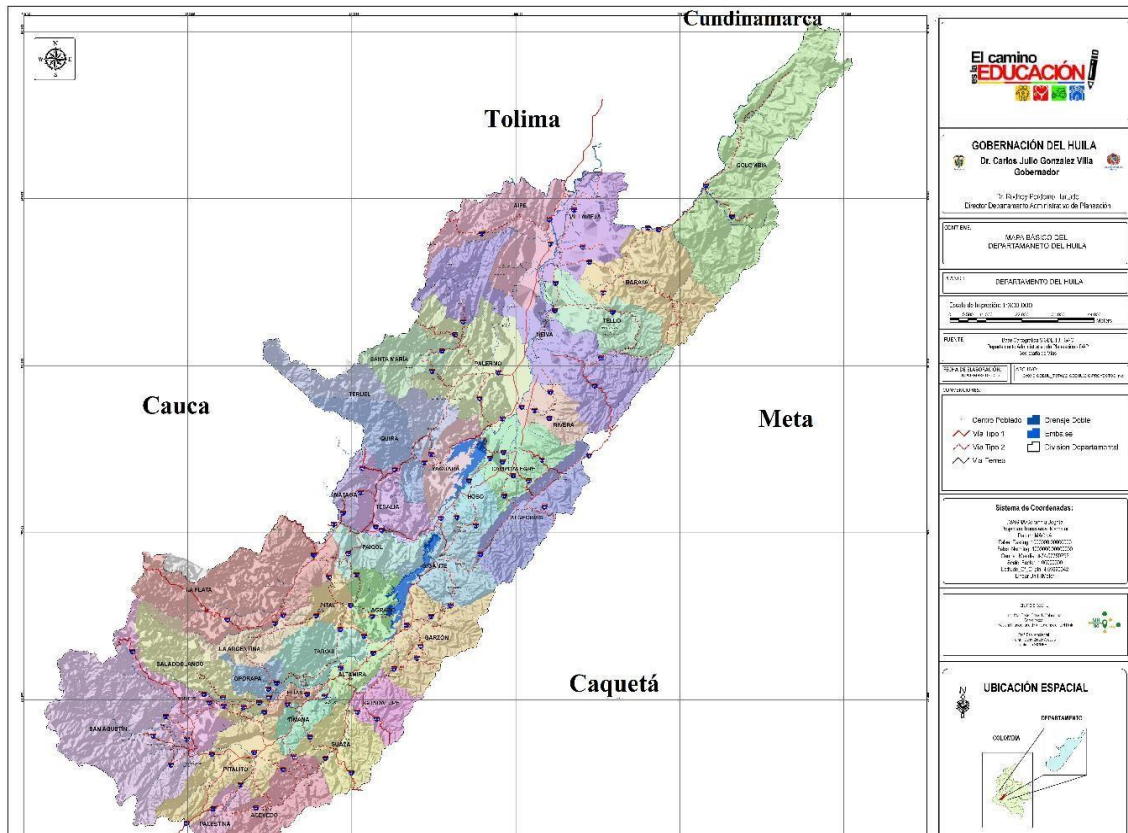
7.1 Área de estudio

El área de estudio o también conocida área referencial, es aquella zona espacial que sirve de referencia para delimitar el problema, por esta razón, se define el área de estudio empezando desde lo macro y terminando en lo micro, es decir, se inicia contextualizando la ubicación del departamento del Huila, pasando por el municipio de Neiva y finalizando en el río Las Ceibas.

7.1.1 Departamento del Huila

El departamento del Huila hace parte de los treinta y dos departamentos que componen la República de Colombia, este se encuentra localizado al suroeste del país, limitando la región andina. El departamento del Huila limita por el Norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, por el Sur con los departamentos del Cauca y Caquetá, por el Este con los departamentos del Caquetá y el Meta y por el Oeste por los departamentos del Tolima y Cauca (Figura 1). Según la Gobernación del Huila, el departamento cuenta con una superficie próxima a los 19.900 km², el cual es cerca del 2% del territorio del país. Para esta zona, el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas) realizó una proyección que para el 2025, la población total del departamento del Huila será aproximadamente de 1.170.000 personas, de los cuales, para el actual año 2022 en la ciudad de Neiva se encuentran habitando cerca de 358.000 personas.

Figura No. 1. Mapa geográfico del Huila con sus limitantes.



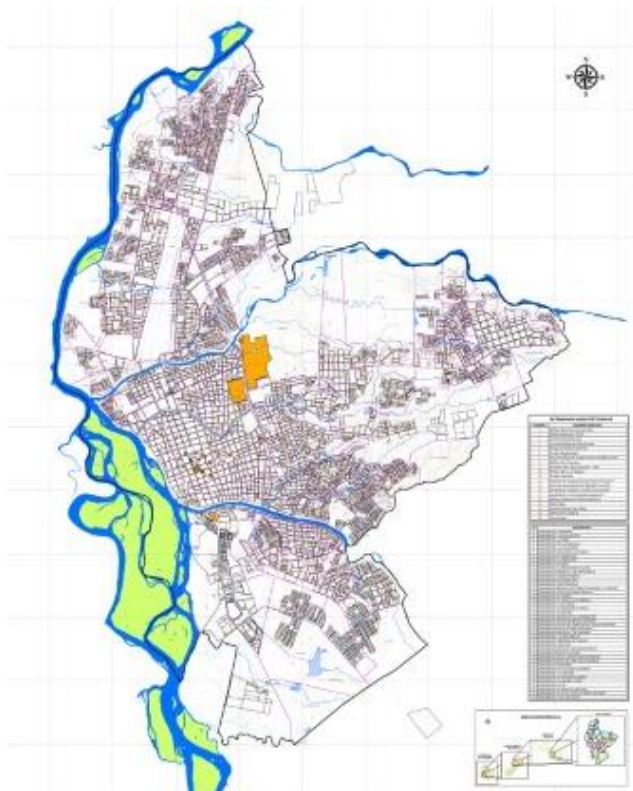
Nota: En la figura se muestra el mapa geográfico del Huila, resaltando los departamentos con los que limita. Figura tomada de la Gobernación del Huila.

7.1.2 Municipio de Neiva

La capital del departamento del Huila es el municipio de Neiva, el cual, se encuentra localizado entre la cordillera oriental y la cordillera occidental, en una planicie sobre la margen del Río Magdalena, al mismo tiempo que es cruzado por el Río Las Ceibas y el Río del Oro. Cerca al municipio de Neiva se encuentran algunos centros poblados de primer nivel o también llamados sectores urbanos, como lo son Fortalecillas, Caguán, San Luís, Guacirco, Vegalarga y San Antonio de Anaconia. Existen también sectores rurales, los cuales son denominados de segundo Nivel y son: Piedra Marcada, El Cedral, El Colegio, San Francisco, El Triunfo, Peñas Blancas, La Mata,

El Venado, Cedralito, Palacios, Pradera, Aipecito, Chapinero y Órganos. La ciudad de Neiva consta de 10 comunas (Figura 2), que, según el DANE, habitan cerca de 340.000 personas, las cuales se abastecen del agua tratada por las Empresas Públicas de Neiva. Estas aguas tratadas son provenientes de la Cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas, el cual se encuentra localizado al oriente de la ciudad de Neiva.

Figura No. 2. *Mapa de la ciudad de Neiva.*



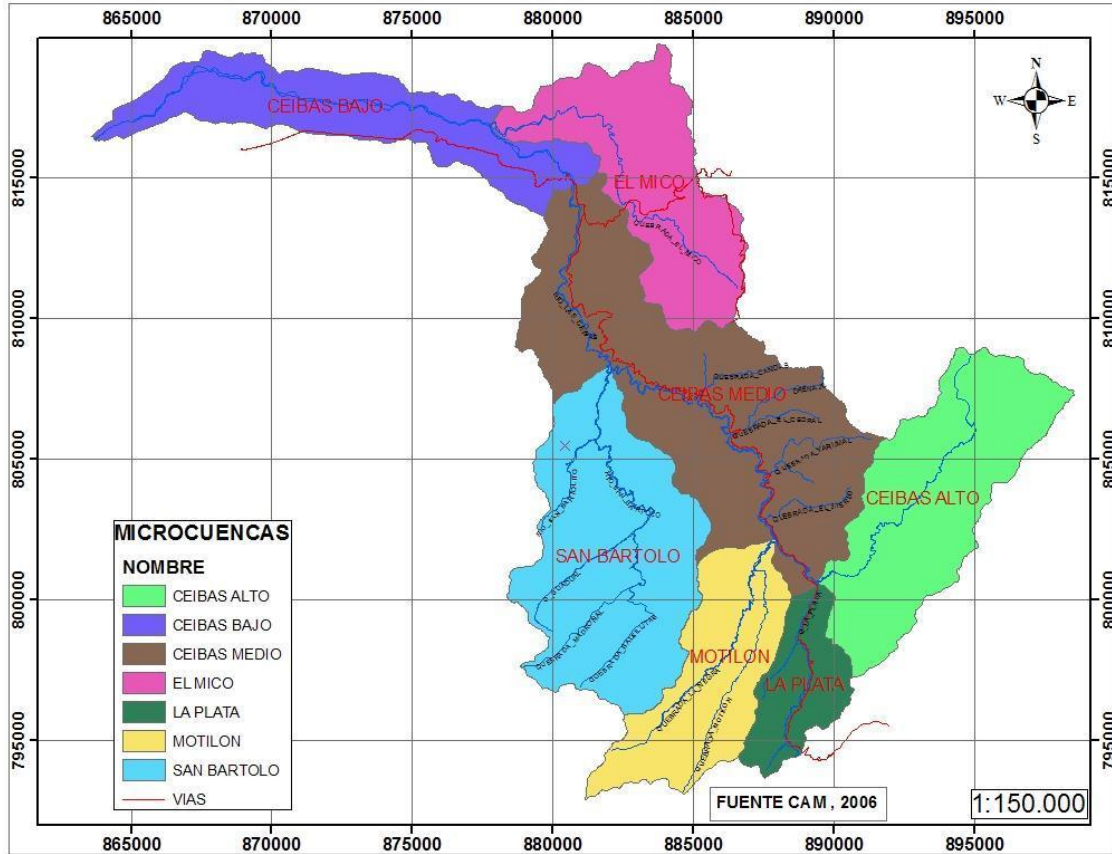
Nota: En la figura se muestra la ciudad de Neiva con sus respectivos ríos. Figura tomada de la Alcaldía Municipal de Neiva, Huila.

7.1.3 Río Las Ceibas

El cauce principal de esta cuenca nace en el cerro de Santa Rosalía, en esta zona, la cuenca alcanza una altura máxima de 3.150 m.s.n.m. y la más baja la tiene en la desembocadura del río

Magdalena, la cual se encuentra en la zona urbana de la ciudad de Neiva con una altura de 430 m.s.n.m. En el año 2007, La Corporación Autónoma del Alto Magdalena describió que la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas es circundada por diferentes afluentes, los cuales desembocan en ella; estos afluentes son principalmente las quebradas, La Plata, Motilón, San Bartolo, San Bartolito, El Mico, La Negra, El Siervo, Yarumal, El Cedral, Santa Elena, Balsillitas, Madroñal y El Guadual y están distribuidos en tres zonas diferentes, una zona alta, una zona media y una zona baja. La zona alta, gracias a su elevada tasa de bosques, aporta un gran servicio ambiental para la regulación hídrica, por ende, es un ecosistema de gran valor para el departamento del Huila, y es por eso, por lo que este sitio se convirtió en una zona protegida a la cual se le denominó Zona de Reserva Forestal Santa Rosalía, con más de 6200 Ha. La parte media corresponde a la zona boscosa, reduciéndose a bosques de galería y algunas zonas de nacimientos hídricos como lo son las Quebradas El Mico, Yarumal, Canoas, El Cedral, El Siervo, La Gervacea y Santa Elena y algunos nacimientos en veredas como el Motilón, Pueblo Nuevo, Santa Elena y El Vergel, las cuales son las más afectadas por el mal uso del suelo debido a que las rondas y zonas de recarga hídrica no se encuentran protegidas. En esta zona media el intervalo de la población aumenta, y con ello, también la demanda de los recursos naturales, esto se ve notado en las actividades antrópicas de los sistemas productivos (CAM, 2007).

Figura No. 3. Microcuencas que desembocan en el río las Ceibas a lo largo de toda su trayectoria de la parte alta, media y baja.



Nota: La figura muestra las diferentes microcuencas que se encuentran en la parte alta media y baja que desembocan en el río Las Ceibas. Fuente: CAM (2006).

7.2 El agua

Un escenario que se está presentando en nuestro país y a nivel mundial es el exponencial aumento de la población, lo cual conlleva al aumento de los servicios provenientes de los recursos naturales, ocasionando así, que su administración deba ser impecable, (Rodríguez 2001). Esto lo sostiene Toledo (2002) ya que expone que de los balances hídricos del planeta solo un pequeño porcentaje como lo es el 0.007% de las aguas dulces se encuentran a disposición del uso humano.

Con esta información, se concluye que el agua potable es el eje del desarrollo de la humanidad abasteciendo diferentes actividades para el sustento socioeconómico de las personas. Sin embargo, estas actividades están directamente relacionadas con alteraciones y deterioros del agua, esto es de origen antrópico, es decir, que provienen de descargas de aguas industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias. Por otro lado, no se puede atribuir todo a la actividad humana, también existen contaminaciones naturales que pueden provenir por el arrastre de material particulado y/o disuelto o por la presencia de materia orgánica natural (Hernando et al 2008).

7.3 Factores de contaminación

La mayor parte de la población neivana se encuentra ubicada en la zona media y baja de la cuenca del río Las Ceibas, esto incide en el aumento de la contaminación de sus aguas; lo anterior se relaciona con el manejo de las basuras, ya que solo el 2.4% de la población opta por reciclar, el 7.4% las entierra, el 13% opta por quemarlas causando así una contaminación en el aire, el 7.2% arroja directamente estas basuras al río y el 70% restante deposita los desechos en campos abiertos causando así lixiviados que pueden infiltrar en el suelo y llegar a la fuente hídrica, (CAM, 2007). A demás de esto, otra fuente de contaminación que afecta exponencialmente a la cuenca el río Las Ceibas, más exactamente en la zona Media se da por parte de la agricultura, un ejemplo claro son los cultivos de café, que en época de cosecha pueden llegar a consumir 1.844.500 litros de agua por año, contaminada por diferentes productos químicos que es devuelta a los causes sin ningún tipo de tratamiento. (CAM, 2007).

7.3.1 Contaminación agrícola

Los productos químicos que contaminan el agua mediante la agricultura son principalmente los pesticidas, ya que son sustancias utilizadas para controlar las diferentes plagas que puedan dañar los cultivos agrícolas y también para controlar los vectores que generan enfermedades de salud pública (Siteo et al. 2017). El uso de estos compuestos químicos está justificado en las actividades agrícolas para favorecer el rendimiento y la calidad de las producciones (Martínez et al, 2004). No obstante, el uso de estos productos causa un gran impacto en los ecosistemas, ya que pueden llegar a los afluentes por medio de la escorrentía superficial, erosiones, lixiviados o por la mala disposición de los envases que los contienen, (Rodríguez et al, 2019) ocasionando complicaciones en la biota acuática como alga y peces, pero más allá de esto pueden llegar a causar daños a las poblaciones humanas que se abastecen de ella.

Figura No. 4. *Aplicación de pesticidas en un cultivo agrícola.*



Nota: En la figura se muestra la aplicación de un pesticida sobre un cultivo agrícola. Figura tomada de José Pineda (2020).

7.3.2 Contaminación química.

Por otro lado, los pesticidas causan otras afectaciones en el medio ambiente como la incrementación de la concentración de los iones cloruros, nitritos y sulfatos, además del incremento de algunos metales pesados como Zinc (Zn), Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) (Rodríguez et al, 2019).

Figura No. 5. Factores de contaminantes químicos en aguas y suelos.



Nota: En la figura se muestra los posibles factores que puedan contaminar aguas y suelos por productos químicos. Figura tomada de Chinchilla (2017).

Los Cloruros son los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, como ríos, quebradas o lagos, que son los que abastecen en muchas ocasiones a los acueductos municipales. El ion cloruro no suele ser un ion que genere problemas de potabilidad a las aguas para consumo humano, pero sí es un indicador de contaminación de las aguas debido a la acción del hombre, además de esto Aguilar (2001) dice, “un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas. Las altas concentraciones de cloruros

en aguas residuales, cuando estas son utilizadas para el riego en campos agrícolas, deterioran en forma importante la calidad del suelo” aunque en las cuencas varíen los niveles de cloruros de acuerdo a los diferentes terrenos que presenta a sus alrededores, esta concentración suele ser menor comparada con la concentración que se presenta en aguas residuales utilizadas por la comunidad, puesto que las diferentes actividades agrícolas que se llevan a cabo incrementan los valores de concentración del ion cloruro. En síntesis, el ion cloruro que se presenta en las aguas naturales es proveniente de la contaminación de diversos afluentes de la actividad industrial, aguas provenientes de riegos agrícolas; como se especificó previamente. Otros factores que incrementan la concentración de cloruros significativamente corresponden a la contaminación doméstica, principalmente las provenientes de la orina del hombre y de los animales.

En las aguas potables, el sabor salado depende y varía según la concentración de cloruros que presenta, Moreno (2010) plantea que “la concentración de cloruros máxima permisible para aguas de consumo humano debe ser de 250 mg/L”, así que una muestra que contenga esta cantidad de cloruros tiende a tener un sabor salado que se detecta fácilmente si el anión está asociado a los cationes de sodio o potasio y por el contrario, el sabor no es apreciable si la sal disuelta en el agua es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no es distinguible incluso con concentraciones de cloruro de 1 g/L. En aguas corrientes y embotelladas se espera que la concentración de cloruros sea inferior a los valores nombrados anteriormente.

Otro de los iones que afecta al agua son los nitritos, los cuales son compuestos iónicos que se encuentran en la naturaleza, formando parte del ciclo del nitrógeno y sus niveles son un indicador importante de la calidad del agua, Molina et al., (2003) afirman que los nitritos se forman durante la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal u otros compuestos orgánicos

nitrogenados y se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas naturales. Además, el nitrito se halla en estado de oxidación intermedio entre el amoníaco y el nitrato.

De acuerdo con Cabrera Molina, et al., (2002) la ingesta de iones de nitritos en volúmenes considerables, pueden ocasionar la producción de compuesto cancerígenos, tales como las nitrosaminas, las cuales se producen al reaccionar con aminas secundarias y terciarias. Se estima que la concentración de nitritos en fuentes hídricas es muy baja, pero esto se puede ver alterado debido a las altas contaminaciones industriales y de aguas residuales domésticas. Otra de las fuentes que aumentan la concentración de nitritos en el agua es la utilización de fertilizantes y pesticidas en la agricultura, ya que según la Organización Mundial de la Salud (OMS) citado en Victoria et al., (2015), en las aguas de consumo el valor máximo de nitritos permitido es de 50 mg/L y el nivel aceptable de calidad es de 25 mg/L.

En estas aguas se puede encontrar también sulfatos, quienes son las sales del ácido sulfúrico, es decir, el anión (SO_4). Estas sales son solubles en agua a excepción de los iones Pb, Ba, y Sr, estos se pueden encontrar de forma natural en los suelos donde se almacenan formando sulfato de calcio (yeso), de magnesio (epsomita), de zinc (esfalerita), de hierro (pirita) de calcio (calcopirita), pero también se evidencia presencia de estos en aguas lluvias (Lamenca, 1970).

El agua al estar en contacto con cualquiera de estos sulfatos, no presenta ningún problema en la salud humana siempre y cuando, está, cumpla con la reglamentación vigente colombiana, la cual establece por medio de la resolución 2115 de 2007 que el valor máximo aceptable de sulfato en el agua de consumo humano es de 250 mg/L; de no ser así, se puede presentar complicaciones en la salud como por ejemplo deshidratación y trastornos gastrointestinales que suelen ser más sensibles en los niños.

También, es común encontrar en las fuentes hídricas presencia de Fitoplancton, puesto que éste se presenta en zonas anaerobias por la presencia de materia orgánica en descomposición, en donde las bacterias afines con el sulfato son activadas, por lo que el oxígeno presente en este ion es tomado por las bacterias formando Sulfuro de Hidrógeno, que es altamente toxico y presenta un olor desagradable eliminando así varios organismos del medio (Severiche & González, 2012).

Por otro lado, los iones de metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre en forma de minerales u otros compuestos, estos iones metálicos no se descomponen con facilidad, puesto que no tienen funciones específicas metabólicas (Mancilla et al., 2017). Además, de introducirse al medio ambiente de forma natural también lo hacen de forma artificial, es decir por cuenta de la contaminación generada por el hombre al momento de arrojar basuras, escombros o sustancias químicas (Alcalá et al., 2014), también lo hacen por medio de la disposición de las aguas residuales debido al deficiente tratamiento al momento de desarrollar diferentes procesos tecnológicos (Lima et al., 2005). Los principales metales pesados que suele encontrarse en los medios acuáticos contaminados son zinc (Zn), cobre (Cu), cadmio (Cd), mercurio (Hg) o plomo (Pb) y son demasiado tóxicos en concentraciones bajas, no son biodegradables y suelen bioacumularse a lo largo de toda la cadena trófica.

7.3.3 Contaminación biológica

Entre otros contaminantes más frecuentes en el agua se pueden encontrar las materias orgánicas, bacterias y desperdicios tanto domésticos como industriales, por lo que es importante revisar la calidad sanitaria del agua para la toma de decisiones acerca del tratamiento oportuno y conservación de los ecosistemas (Sardiñas et al, 2006).

Varios organismos patógenos se pueden encontrar en el agua cruda por transmisión fecal-oral, dentro de ellos están los coliformes totales, que son bacterias Gram Negativas que fermentan la lactosa a una temperatura aproximada entre 35 a 37° C, lo que produce ácidos y gases (CO₂) en un periodo entre 24 a 48 horas, clasificándolas como organismos aerobios o anaerobios (Ministerio de la Protección Social, 2007). Adicionalmente, estas bacterias constituyen alrededor del 10% de los microorganismos intestinales en humanos y animales, puesto que estas pueden ser encontradas en fuentes hídricas, en suelos y vegetación en general. Es de considerar que son indicadoras de contaminación microbiológica del agua potable debida principalmente a que son sencillas de encontrar, funcionando como una alerta y revelando que pudo haber fallas en el tratamiento.

Los coliformes fecales se diferencian de los demás microorganismos debido a que son de índole positivo, su temperatura de crecimiento es amplio, aproximadamente 45°C y son los mejores indicadores de higiene tanto en agua como en alimentos, al estar estos presentes en el agua revela la presencia de contaminantes fecales de origen humano o animal ya que las heces contienen estos microorganismos, los cuales, aproximadamente alrededor de un 90% son de tipo Coliformes como *Escherichia Coli*, pero también se encuentran presentes bacterias como *Citrobacter freundil* y *Klebsiella pneumoniae* (Carrillo & Lozano, 2008). La presencia de *Escherichia Coli* (bacteria estrictamente intestinal) presentes en agua potable manifiesta la existencia de posibles fallas en el tratamiento de aguas, se caracteriza por la producción a partir de triptófano, oxidasa negativa, no hidroliza la urea, pero también presenta actividad de las enzimas β -galactosidasa y β -glucoronidasa (Robert Pulles, 2014). Para fines de evaluación de la calidad sanitaria del agua para consumo de la población, la presencia de cualquier bacteria coliforme la hace potencialmente peligrosa.

7.4 Referentes teóricos

7.4.1 Medios de cultivo

Según Rodríguez y Zhurbenko (2018), un medio de cultivo es el conjunto de nutrientes y compuestos que intervienen directamente con el desarrollo y crecimiento de los microorganismos para fines clínico, farmacéutico, agrícola y alimenticio, etc.

Agar Endo: Este medio de cultivo es utilizado con fines de diferenciar entre microorganismos fermentadores y no fermentadores de lactosa, suele utilizarse para el análisis de aguas potables y residuales, productos lácteos y alimenticios. Su selectividad se debe a la combinación de los compuestos de sulfito de sodio con fucsina básica, ocasionando la supresión parcial de microorganismos Gram-positivos (B.D., 2013). En la siguiente figura se evidencia las características morfológicas de las colonias que proliferan en el agar Endo.

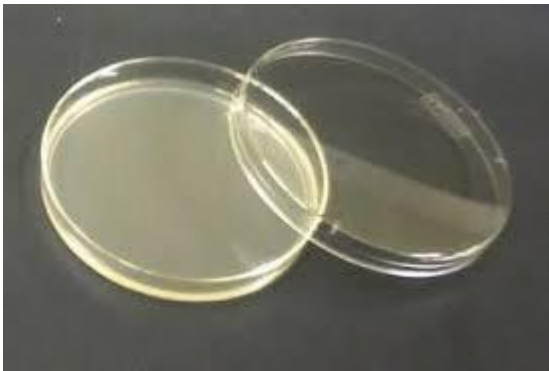
Tabla No. 4. *Morfologías y características de diferentes colonias.*

Microorganismos	BD Endo Agar
Escherichia coli	Colonias de rosa oscuro a rojizo, brillo verde metálico
Enterobacter / Klebsiella	Colonias grandes, mucoides, de color rosa
Proteus	Colonias desde incoloras hasta rosa muy pálido, proliferativas
Salmonella	Colonias desde incoloras hasta rosa muy pálido
Shigella	Colonias desde incoloras hasta rosa pálido
Pseudomonas	Colonias irregulares, incoloras
Bacterias Gram Positivas	Crecimiento nulo o escaso

Nota: En la figura se muestra las características morfológicas de algunas bacterias que crecen en el medio de cultivo Endo. Figura tomada de B.D (2013).

Agar Nutritivo: Este medio es utilizado de manera general, puesto que por su composición ayuda con el crecimiento de microorganismos exigentes, así como para los no exigentes (Miranda y Pérez, 2015). Es decir, es un medio de cultivo no selectivo, esta característica se debe a que en su composición se encuentra la pluripectona y el extracto de carne que constituyen a la fuente de carbono, nitrógeno, además, aportan nutrientes para el desarrollo de las bacterias (Britania 2021).

Figura No. 6. *Agar nutritivo.*



Nota: En la figura se muestra una caja de Petri con agar nutritivo sin inocular. Figura tomada de: Medibac.

Agar MacConkey: Este medio de cultivo es utilizado de manera diferencial, puesto que recomendado para el aislamiento y la diferenciación de microorganismos fermentadores y no fermentadores de lactosa. Su característica de diferenciación está basada en que los microorganismos que pueden fermentar lactosa producen una acidificación del pH en medio, ocasionando que los organismos absorban el colorante rojo del medio en estado neutro, apareciendo así, colonias de este color, en cambio, las colonias de microorganismos que no fermentan la lactosa permanecen incoloras (Martínez E., 2018). En la siguiente figura se evidencia las características morfológicas de las colonias que crecen en el este medio.

Tabla No. 5. Control de calidad del agar MacConkey.

MICROORGANISMOS	CRECIMIENTO	COLOR	PRECIPITACIÓN BILIAR
Escherichia coli ATCC 25922	Satisfactorio	Rosado-rojizo	+
Escherichia coli ATCC 8739	Satisfactorio	Rosado-rojizo	+
Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Satisfactorio	Rosado-rojizo	+
S. typhimurium ATCC 14028	Satisfactorio	Incoloro	-
Shigella flexneri ATCC 12022	Satisfactorio	Incoloro	-
Proteus mirabilis ATCC 43071	Satisfactorio	Incoloro	-
Enterococcus faecalis ATCC 29212	Inhibido	---	---
Medio sin inocular	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio

Nota: En la figura se evidencian los resultados característicos de algunas bacterias

dependiendo del tipo de reacción que tengan con el medio de cultivo MacConkey. Figura tomada de Britania (2021).

7.4.2 Pruebas bioquímicas

Las pruebas de origen bioquímico permiten al investigador determinar por medio de características metabólicas determinadas bacterias, en términos generales estas pruebas son técnicas de rápida resolución, ya que evalúan la presencia o ausencia de una enzima determinada que caracterizan a X o Y bacteria, por lo que su lectura varía entre segundos hasta unas por de horas dependiendo si se necesite que se desarrolle crecimiento bacteriano en el medio (Fernández et al., 2010).

SIM: Se le atribuye este nombre debido a que con este medio se puede medir la producción de ácido sulfhídrico, de indol y la movilidad de las bacterias, esto quiere decir que es un medio diferencial. Dentro de su composición se encuentra el tiosulfato de sodio como fuente de azufre y

sulfato ferroso como indicador de la producción de H_2S , lo que ocasiona que el medio se oscurezca. Además, para comprobar la producción de indol el medio contiene peptonas, el cual se revela por agregado de gotas de reactivo de Ehrlich o de Kovacs, dando como resultado un anillo rojo en la parte superior del medio. Por último, con este medio se puede determinar la movilidad de los microorganismos, observando ramificaciones alrededor de donde se realizó la punción de la siembra (Leopardo et al., 2016).

Tabla No. 6. *Control de calidad del medio SIM ante algunas bacterias.*

MICROORGANISMOS	CRECIMIENTO	MOVILIDAD	INDOL	SH_2
Escherichia coli ATCC 25922	Satisfactorio	+	+	-
Escherichia coli ATCC 35218	Satisfactorio	+	+	-
Escherichia coli ATCC 8739	Satisfactorio	+	+	-
S. typhimurium ATCC 14028	Satisfactorio	+	-	+
Shigella flexneri ATCC 12022	Satisfactorio	-	-	-
Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Satisfactorio	-	-	-
Proteus mirabilis ATCC 43071	Satisfactorio	+	-	+
Medio sin inocular	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio

Nota: En la figura se evidencian los resultados característicos de algunas bacterias

dependiendo del tipo de reacción que tengan con el medio de cultivo TSI. Figura tomada de Britania (2021).

TSI: El medio es conocido de esta manera debido a sus siglas en inglés que significan triple azúcar hierro; debido a su composición es un medio utilizado de manera diferencial, para la identificación de bacilos Gram negativos. Como su nombre lo indica en su estructura posee tres tipos de azúcares, estos son la glucosa al 0.1%, lactosa al 1% y sacarosa al 1%, aparte de esto,

posee sales de hierro, tiosulfato de sodio y rojo de fenol como indicador de pH (Leopardo et al., 2016). Una vez transcurrido el periodo de incubación se puede encontrar que el medio vire su coloración normal de un naranja rojizo a amarillo, indicando así la acidificación del medio ocasionada por degradación de los azúcares, en el caso contrario, cuando se alcaliniza el medio se vuelve rojo oscuro. La aparición de un precipitado negro, indica la producción de sulfuro de hidrógeno, generado por la reacción de las bacterias con las sales de hierro del medio. Por último, la aparición de cavidades o grietas en el agar se interpreta como producción de gas a partir de la fermentación de glucosa (Leopardo et al., 2016).

Tabla No. 7. Control de calidad del medio TSI ante algunas bacterias.

MICROORGANISMOS	SUPERFICIE/ PROFUNDIDAD	PRODUCCION DE GAS	PRODUCCION DE SH ₂
Escherichia coli ATCC 25922	A/A	+	-
Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	A/A	+	-
Proteus mirabilis ATCC 43071	K/A	-	+
S. typhimurium ATCC 14028	K/A	-	+
Shigella flexneri ATCC 12022	K/A	-	-
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	K/A	-	-
A: Reacción ácida (color amarillo)			
K: Reacción alcalina (Color rojo)			
Medio sin inocular	Sin cambio	Sin cambio	Sin cambio

Nota: En la figura se evidencian los resultados característicos de algunas bacterias dependiendo del tipo de reacción que tengan con el medio de cultivo TSI. Figura tomada de Britania (2021).

Citrato de Simmons: Este medio de cultivo como los anteriores es diferencial, se utiliza comúnmente para la diferenciación de bacterias Gram negativas del grupo Enterobacterias. Está

basado prácticamente en la utilización de citrato como única fuente de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno. En su composición se encuentra el bromotimol el cual actúa como indicador de pH, este en medio neutro es de color verde, pero cuando se acidifica torna a color amarillo y en medio alcalino lo hace a color azul (TecMed 2018).

Tabla No. 8. *Control de calidad del medio citrato de Simmons ante algunas bacterias.*

MICROORGANISMOS	CRECIMIENTO	COLOR DEL MEDIO
Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Satisfactorio	Azul
S. typhimurium ATCC 14028	Satisfactorio	Azul
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	Satisfactorio	Azul
Escherichia coli ATCC 25922	Negativo	Verde
Shigella flexneri ATCC 12022	Negativo	Verde
Medio sin inocular	Sin cambio	Sin cambio

Nota: En la figura se evidencian los resultados característicos de algunas bacterias dependiendo del tipo de reacción que tengan con el medio de cultivo citrato de Simmons. Figura tomada de Britania (2021).

7.4.3 Pruebas colorimétricas

La colorimetría es una técnica que se emplea para suministrar información cualitativa y cuantitativa sobre sustancias (Aparicio Canela 2017). Las pruebas colorimétricas se utilizan comúnmente para obtener una indicación presuntiva de la presencia o ausencia de determinada sustancia de una muestra en cuestión, esto se hace dependiendo del color que se obtenga y este puede variar dependiendo de las condiciones del medio. Algunas pruebas colorimétricas son inespecíficas y sirven solo para comprobar la presencia de X compuesto, sin embargo, también

existen pruebas colorimétricas específicas que sirven para determinar la presencia de grupos funcionales, elementos y hasta aniones de muestras a analizar (UNODC 2013).

8. Metodología.

En el siguiente apartado, se presenta una descripción completa de todos los aspectos metodológicos que se desarrollaron en el proyecto de investigación, teniendo como objetivo un enfoque mixto, a través del diseño metodológico cuasi experimental, en el cual, se analizaron datos estadísticos, además se utilizó técnicas de recolección de datos por medio de un cuestionario de selección múltiple con única respuesta y encuestas tipo Likert validadas por expertos en el tema.

8.1 Tipo de investigación

En primera instancia se analizaron todos los aspectos metodológicos que se utilizaron para la realización de este proyecto de investigación con enfoque mixto, que según Hernández, Fernández y Baptista (2006), se basa en la recolección y análisis de diferentes datos, tanto cualitativos, como cuantitativos, dando como resultado la interpretación de todo el conjunto como uno solo.

8.2 Etapas de la investigación

Para el desarrollo adecuado de la investigación se llevaron a cabo tres etapas importantes, la cuales se presentan a continuación.

8.2.1 Etapa inicial.

Es importante resaltar que durante todas las etapas de investigación se revisó material bibliográfico que validara la investigación como referente teórico y antecedentes relacionados con los factores de contaminación que llegan directa o indirectamente a los ríos, métodos para analizar e identificar coliformes y algunas pruebas químicas y físicas como pH, dureza cálcica y temperatura.

8.2.2 Etapa de desarrollo.

Durante el proceso de esta etapa de desarrollo se presentaron cuatro momentos. En el primer momento se realizó un reconocimiento de la zona que rodea la Cuenca del Río Las Ceibas, esto se efectuó gracias a la ayuda de una encuesta semiestructura (Anexo No. 1), en la cual se recolectó información de la población que habita cerca del afluente sobre el uso y los posibles factores contaminantes que puedan llegar al río Las Ceibas.

Figura No. 7. *Aplicación de la encuesta semiestructurada a los habitantes de la zona alta, media y baja del río Las Ceibas.*

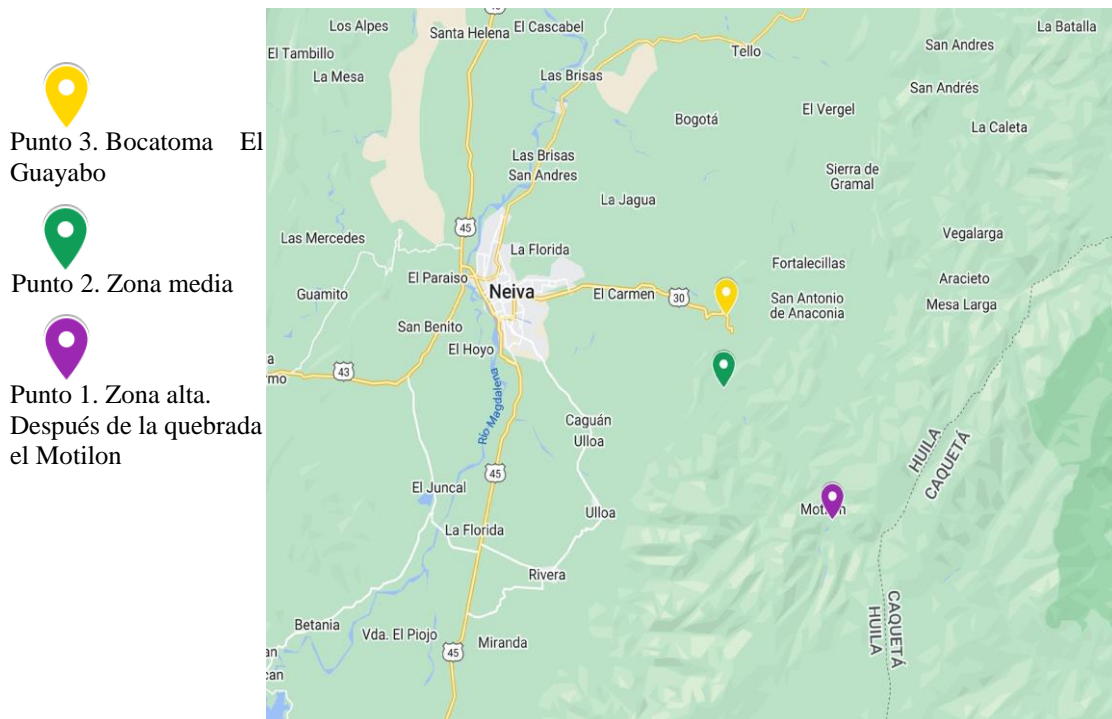


Nota: En la figura se muestra la aplicación de la encuesta a un habitante de la zona alta del río Las Ceibas.

Luego de ello, se realizó una segunda salida de campo, esta vez con el fin de recolectar las muestras de agua en 3 puntos estratégicos (Figura No. 13). Estos puntos se dividieron de acuerdo con la zona, uno en la parte alta, uno en la parte media y un último en la parte baja, además de eso en cada punto se recolectaron 3 muestras de agua; en total se recolectaron nueve muestras de agua a analizar. Este muestreo se realizó el 5 de mayo del presente año, en plena época de lluvia, estas

se recolectaron en la zona más central que se pudo del río, ya que por las fuertes lluvias el acceso era de cuidado, por último, a estas aguas se les realizó las pruebas in situ de pH, temperatura y se midieron las coordenadas para luego ser transportadas en un termo aislante y así realizar la fase microbiología en el laboratorio inmediatamente después de llegar al laboratorio.

Figura No. 8. Mapa con los respectivos puntos de muestreo en la parte alta, media y baja del río Las Ceibas.



Nota. La figura muestra los diferentes puntos donde se realizaron los muestreos, además se adjunta un link donde se puede observar mejor estos puntos en la aplicación de google maps.

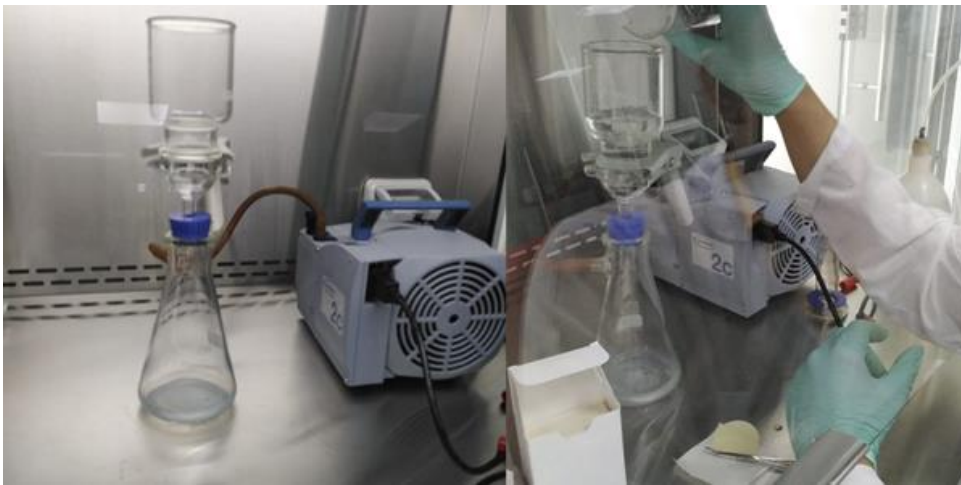
<https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1XwOey8yTRpDLuOa2TnRzwWBhyquOWdo&usp=sharing>

8.2.2.1 Fase de laboratorio.

➤ *Análisis bacteriológico*

Las muestras fueron sometidas a análisis microbiológico, con el fin de cuantificar e identificar coliformes totales y fecales. Para esto, se utilizó el método estándar de análisis de coliformes en agua por medio de la técnica de filtración por membrana, el cual está descrito en, APHA, AWWA, WPCF (1992) y expone que este método consiste en tomar 1 mL de agua a analizar y diluirla en un volumen de 50 a 100 mL de agua tamponada y esterilizada, para luego filtrarla a través de una membrana Millipore estéril de 0.45 μm , en una cabina de flujo laminar (Figura 14). Una vez hecha la filtración, con mucho cuidado se toma la membrana con pinzas previamente esterilizadas y se posan en una caja de Petri con agar ENDO preparado previamente. Finalmente, la muestra se incubó por 24 horas a 37° C. (p. 102).

Figura No. 9. Elementos y montaje de filtración para análisis microbiológico de aguas



Nota: En la imagen se muestra el montaje, materiales y procedimiento para realizar el análisis microbiológico del agua, por medio de la técnica de filtración por membrana Millipore estéril en una cabina de flujo laminar estéril.

Trascurrido este tiempo cuidadosamente se revisó la forma, morfología y color de las colonias, además, se contó el número total de las mismas por caja de Petri para así hallar los UFC y la identificación de las bacterias que proliferaron en el agar, para ello, se seleccionaron las cepas

diferentes que se encontraban en las diferentes cajas de Petri de cada punto, luego, con ayuda de la cabina de flujo laminar se aislaron estas cepas, pasándolas primeramente a agar nutritivo y se incubaron a 37° C por 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo se prosiguió a hacer pruebas de identificación, entre ellas estuvo la inoculación de las mismas cepas ya desarrolladas en agar Mac Conkey, de igual forma se realizaron pruebas bioquímicas de SIM, citrato de Simmons y TSI, seguidamente, se incubaron por 24 horas a 37° C (Figura No. 10).

Figura No. 10. *Pruebas bioquímicas para la identificación coliformes.*

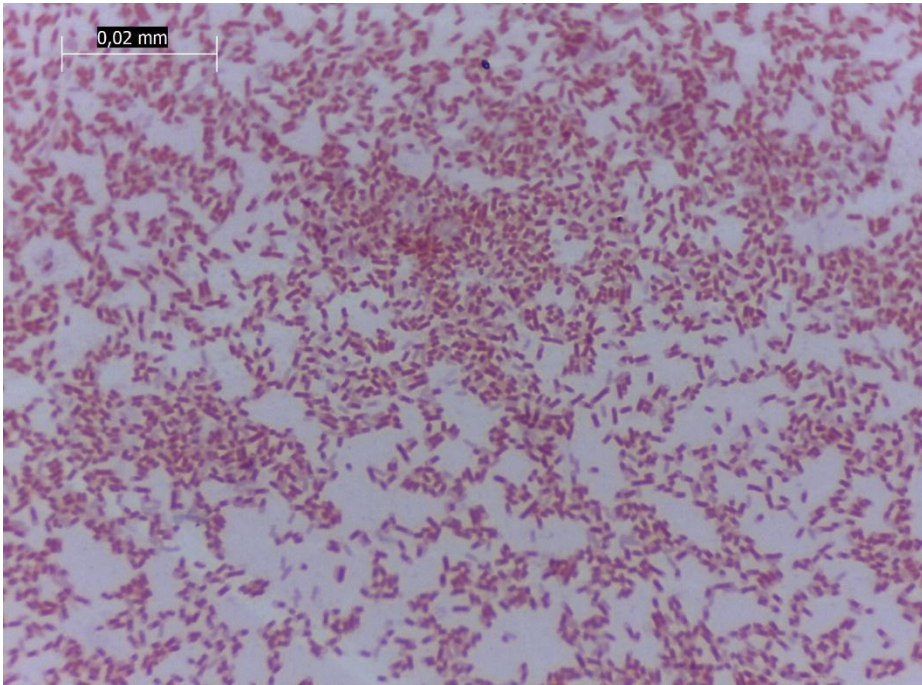


Nota: En la imagen se muestran todas las pruebas bioquímicas que se realizaron para la identificación de las colonias más características que proliferaron en el agar.

Por último, para realizar la identificación se realizó la prueba de tinción de Gram y para ello, con ayuda de un asa bacteriológica se tomó una sepa y se esparció sobre un porta objetos, para luego fijarlas en las placas pasándolas rápidamente por la llama mechero repetidas veces sin quemar las bacterias. Una vez hecho esto, a cada portaobjetos se le agregaron unas gotas de cristal violeta y se dejó reposar por un minuto para luego lavarlo con agua destilada para quitar el exceso, seguidamente se realizó lo mismo con Lugol para la fijación. Después de esto se le agregaron unas

gotas de alcohol para quitar todo aquello que no ha hecho efecto. Por último, se le agregaron gotas de Fucsina y se dejó en reposo por un minuto para luego lavar con agua el exceso. Para finalizar esta fase se observó con detalle cada placa en un microscopio a un objetivo de 100x y se tomó fotos para su análisis.

Figura No. 11. *Observación microscópica de una de las muestras a 100x.*



Nota: En la figura se muestra la observación microscópica de una de las cepas obtenidas, donde mayormente se observan bacilos Gram negativos.

➤ *Análisis químico*

Las muestras también fueron sometidas a análisis químico. Por lo tanto, la identificación y cuantificación de cloruro, nitritos y sulfatos se llevó a cabo por medio de los kits de colorimetría.

Determinación de cloruros:

Para ello, se inició con el análisis de cloruro, donde se emplearon los reactivos de Cl^{-1} y Cl^{-2} en estado líquido, luego de estos, se tomaron dos muestras de agua de 2.5 mL, una de agua

destilada para emplearla como el blanco (1) y la segunda fue del agua recolectada del río, la cual se encontraba en refrigeración a una temperatura de 20 a 25° (2), a esta segunda se le adicionaron 3 gotas de reactivo Cl^{-1} y 3 gotas de reactivo Cl^{-2} para luego agitar, una vez hecho esto se pudo determinar la cantidad de cloruros disueltos en el agua por medio de la comparación visual de color.

Determinación de nitritos.

Para la prueba de nitritos se emplearon dos muestras de 6 mL del agua a una temperatura que oscilara entre 15° y 25°C, una de agua destilada para emplearla como el blanco y la segunda del agua recolectada del río, a esta última se le adiciono el reactivo N_2^{-1} y seguidamente se agitó y se ajustó su pH entre 2,0 y 2,5. Una vez hecho esto se puedo determinar la concentración de nitritos por medio de la comparación visual de color.

Determinación de sulfatos

Para el test de sulfatos se prepararon dos tubos de ensayo, en el primero se agregaron 2,5 mL del agua recolectado del río, seguidamente se le adicionaron dos gotas de SO_4^{-1} y se agitó, para luego, con ayuda de una microcuchara adicionarle el reactivo de SO_4^{-2} y someter el tubo a baño maría a una temperatura de 40°C durante 5 minutos. Al haber transcurrido este tiempo se retiró el tubo de ensayo y se le adicionaron cuatro gotas de reactivo de SO_4^{-3} , seguidamente se filtró y se vertió a el segundo tubo de ensayo y se le adicionaron cuatro gotas de reactivo de SO_4^{-4} y se agitó nuevamente para someterlo a baño maría a una temperatura de 40°C durante 7 minutos. Después de todo lo anterior se tomó un nuevo tubo de ensayo y se le adicionaron 2,5 mL de agua destilada para actuar como blanco y 2,5 mL de la muestra anteriormente preparada; por último, se observó y comparó los tubos con la tarjeta colorimétrica para determinar la concentración.

Por último, para realizar la medición de la dureza se tomaron 5 mL de las muestras a analizar a una temperatura que oscilara entre 15 y 30°C, para luego adicionarle 3 gotas del reactivo H^{-1} y se agitó hasta disolver por completo. En este punto, se observó que el agua tornó a un color rojizo y es en este momento donde lentamente se cuenta y se le agrega gota por gota el reactivo H^{-2} hasta que la solución viere a un color verdoso. Con el número de gotas que se le adicionó se puede determinar la dureza total utilizando la fórmula $^{\circ}f = \text{Numero de gotas} * 1.78$.

Figura No. 12. Elementos y montaje del kit de colorimetría de NO_2^- .



Nota: La imagen muestra los elementos y reactivos que posee uno de los kits de colorimetría utilizados para estas pruebas.

Al finalizar las fases de laboratorio se procedió a desarrollar la intervención didáctica, para ello, se recuerda que el presente proyecto posee una metodología mixta, ya que se utilizan los enfoques cualitativos y cuantitativos, por este motivo se desarrolló y se validó por unos expertos un cuestionario de escala tipo Likert, donde el propósito fue conocer los saberes y conocimientos de un grupo de estudiantes del Semillero de Química de la Universidad Surcolombiana-SIQUS- durante los momentos previos y posteriores a un trabajo didáctico. El desarrollo de esto permitió analizar e interpretar los datos cuantitativos y cualitativos recopilados en la intervención,

permitiendo construir relaciones entre el uso de un modelo investigativo como estrategia didáctica para alcanzar el aprendizaje de conceptos y técnicas relacionadas al análisis del agua.

8.2.2.2 Cuestionario

El cuestionario que se desarrolló contaba como es habitual con una portada, una introducción y las instrucciones para desarrollar dichas respuestas, dichos instrumentos los explica Hernández et al. (2006), donde la portada es la caratula del documento, esta debe ser llamativa gráficamente para ayudar en las respuestas, además, debe incluir el nombre del instrumento y los logos de las instituciones a la que pertenece, por otro lado, la introducción debe encargarse de proporcionar el objetivo del cuestionario y de último, las instrucciones deben establecerse de manera clara y concisa para así favorecer en el inicio y desarrollo del ítem.

El cuestionario que se desarrollo es tipo Likert, esta herramienta ayudó a la cuantificación e identificación de los niveles de satisfacción frente a una aserción en una escala determinada por los investigadores, lo que reduce el sesgo en las respuestas, este instrumento es muy utilizado debido a que permite evaluar a un grupo de interés en diferentes tiempos, esto hace referencia a un antes y un después del desarrollo de una intervención didáctica. Es por este motivo que se desarrolló un cuestionario de veinte preguntas, el cual fue validado por 4 expertos en el tema, dicho cuestionario se encuentra expuesto en el Anexo No. 4.

8.2.2.3 Intervención didáctica

Una vez desarrollado lo anterior, se identificó la relación que existe entre la intervención didáctica y la naturaleza experimental, para luego proponer la ejecución de un micro-proyecto de investigación donde ayudara a la adquisición de un modelo metodológico adecuado para producir un buen aprendizaje sobre los usos, métodos y estrategias de análisis de aguas. Una vez determinado esto, los tutores consideraron todas las acciones que deben tomar frente al desarrollo

de la actividad, desde las indicaciones para el desarrollo de cada etapa, asesorías y consejos que permitan a los estudiantes del grupo llegar a al objetivo principal.

8.2.2.4 Rol del investigador

El rol que toma el investigador se asemeja al de un tutor, debido a que debe guiar y aconsejar los estudiantes del grupo para que puedan desarrollar su investigación, es decir, actúa como director, (Gil 1993) citado (Mora, Morales y Valderrama, 2019, pág. 60). En este sentido, el presente proyecto es evidencia de la experiencia que posee el investigador sobre formación conceptual, procedimental y actitudinal.

8.2.2.5 Desarrollo de la propuesta

Ahora bien, una vez determinado lo anterior, se seleccionó la población de estudio a la cual serían dirigidas las actividades, dentro de esta se encuentran estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental que pertenecen al semillero de investigación en química de la Universidad Surcolombiana (SIQUS). El grupo de estudio se encuentra conformado por diecinueve estudiantes, los cuales van desde segundo hasta el séptimo semestre, por este motivo, dichos estudiantes ya tenían algunos conocimientos relacionados con la química y la microbiología.

Establecido lo anterior, se iniciaron las actividades para el desarrollo de la estrategia didáctica, la cual se encuentra dividida en tres momentos, el primero hace referencia a la introducción y la recopilación de los saberes preliminares por medio de la encuesta (Pretest), en este momento por medio de una contextualización sobre el análisis químico y microbiológico que se le puede hacer a una muestra de agua, independiente de su procedencia, para que a través del instrumento recopilar información requerida sobre las estructuras conceptuales de los estudiantes asociadas al objetivo principal del presente proyecto. Luego, se establecieron los criterios a los

cuales serían sometidas las respuestas para una correcta evaluación y así conocer el nivel de aciertos en dos momentos diferentes.

Figura No. 13. *Aplicación de la encuesta previo a la intervención didáctica.*



Nota: En la figura se muestra el momento donde se aplicó el instrumento para recopilar la información sobre los saberes previos de los estudiantes.

8.2.2.6 Aprendizaje vasado en la investigación

El segundo momento hace referencia a la organización, inducción y ejecución del trabajo experimental, donde en primera instancia los estudiantes se distribuyeron de manera equitativa, conformando cinco grupos de trabajo de tres personas y un último de cuatro, estos grupos se formaron a criterio de los mismos estudiantes. Luego, se realizó la inducción y explicación del procedimiento el cual deberían desarrollar los estudiantes, para ello, a cada grupo se le suministró una muestra de agua diferente, la cual, dentro de las opciones se encontraban aguas del río Magdalena, agua del río Las Ceibas y agua de la piscina de la Universidad Surcolombiana. Luego, se realizó una breve explicación del uso y funcionamiento de los kits de colorimetría, los cuales, cada uno dentro de sus materiales poseen una guía relacionada a su fundamento teórico y práctico

Por último, el tercer momento hace referencia a la divulgación del micro-proyecto que realizaron los estudiantes y la aplicación del postest, donde en el primer punto se realizó una socialización de los resultados, donde todos y cada grupo de los estudiantes debían leer y realizar un análisis de los resultados que obtuvieron, revisando la calidad y la normatividad que poseía el agua, para luego recopilar la información de todos en una tabla y realizar una discusión general sobre cada muestra (Figura No 20). Una vez desarrollada esta actividad se realizó la aplicación de la encuesta (Postest) con la finalidad de corroborar los saberes adquiridos durante todo este proceso.

Figura No. 15. *Foro de socialización de los resultados obtenidos.*



Nota: En la figura se muestra el momento en el cual se está realizando la socialización sobre los resultados que obtuvieron los estudiantes.

8.2.3 Etapa final.

Para concluir, en esta etapa se realizó detalladamente los análisis y discusión de todos los resultados obtenidos, es decir, se revisó las normativas de calidad de agua y se compararon con lo obtenido, además, se compartió la influencia que tiene los trabajos experimentales, ya que con ellos se desarrollan habilidades científicas, teniendo como referente las herramientas de compilación de información de acuerdo a las bases conceptuales de esta investigación.

9. Resultados y Discusión

A continuación, se realiza una presentación sistemática de los resultados obtenidos derivados de todas las actividades realizadas, empezando por el recorrido y reconocimiento de las zonas involucradas, es decir, la zona alta, media y baja del Río Las Ceibas, esto con ayuda de una encuesta semiestructurada (Anexo 1), pasando por la toma de muestreos y terminando con los análisis de las muestras en los laboratorios de la Universidad Surcolombiana.

9.1 Encuesta.

La encuesta es una herramienta que permite obtener registros detallados de datos de manera sistemática, estas sirven para captar información personal de los sujetos, conocer sus opiniones o puntos de vista de temas determinados (Livio, 2006). Es por este motivo que se realizó la presente encuesta, para conocer la situación que viven las diferentes personas en la zona media y alta del río Las Ceibas, sus vivencias y sus necesidades con respecto al uso del agua, ya sea para su consumo o para el desarrollo de sus actividades externas. En total se entrevistaron a 45 personas y los resultados se presentan a continuación.

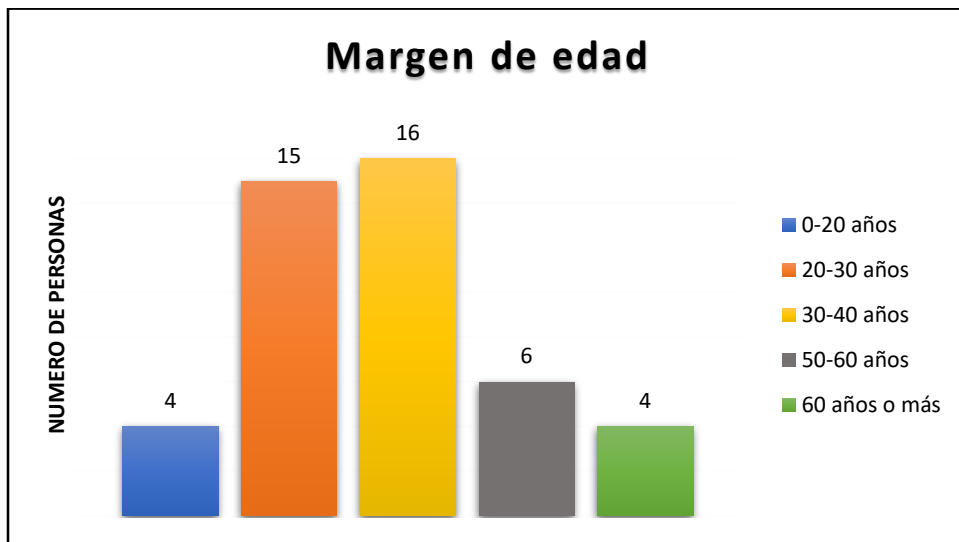
9.1.1 Edad, Lugar de residencia y ocupación

Para estas preguntas relacionadas con los datos personales se tuvo un poco de dificultad, debido a que los encuestados se encontraban a la defensiva con el equipo de trabajo, debido a malas experiencias con otras entidades, conllevando a que no quisieran acompañar con la actividad, ya que eran muy celosos con su información personal.

En la figura No.21, se muestran los resultados obtenidos sobre edades de los entrevistados, encontrándonos en un rango de edad de 0 a 20 años a 4 personas siendo estos un 8.8% de los individuos que participaron en la actividad, con el 33.3% se encuentra a las personas que tenían un margen de edad de 20 a 30 años, los cuales sumaban un total de 15 personas, con el 35.5% de

participación tenemos a 16 personas que se encontraban en un rango de edad de 30 a 40 años, llegando casi al final, tenemos a las personas que atendieron a la actividad en un rango de 40 a 50 años de edad, siendo estos un 13.3% con 6 personas, por último, tenemos con un 9.1% a personas de más de 50 años de edad.

Figura No. 16. Margen de edades de los entrevistados en la cercanía de la cuenca el río Las Ceibas.



Nota: La imagen muestra los rangos de edades que poseían las personas entrevistadas en las cercanías del Río Las Ceibas.

Con respecto al lugar de residencia donde habitan estas personas, tenemos a Santa Helena, Vereda el Progreso, Vereda los Cauchos, Flora Gaita, Vereda el Platanillar y el Motilón, no obstante, otros individuos decían residir en el kilómetro 17 o kilómetro 23. Por último, unas pocas personas no especificaron su lugar de residencia. A continuación, se muestra la Tabla No. 9. donde se muestra más detalladamente esta información con el número de personas por zona.

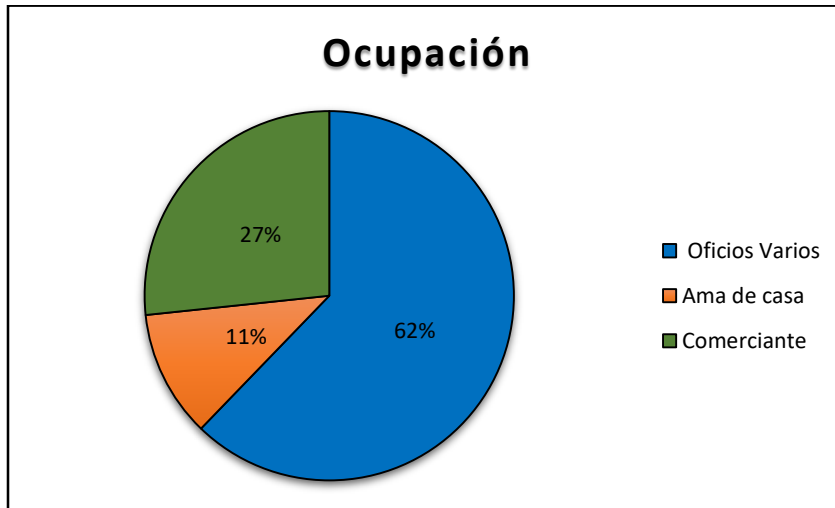
Tabla No. 9. Lugar de residencia de las personas entrevistadas.

Lugar de residencia		Número de personas
Santa Helena	Zona media-baja	7
Vereda el progreso	Zona media	6
Vereda los cauchos	Zona baja-media	5
Flora Gaita	Zona media-baja	4
Vereda Platanillar	Zona media	6
Kilómetro 17	Zona Media	4
Kilómetro 23	Zona Media	4
Motilón	Zona media-alta	6
No respondió		3
Total		45

Nota: Datos registrados de la entrevista realizada.

Para finalizar, las ocupaciones más relevantes que se encontraron se puntualizan en la figura No. 17. y son: Oficios varios, comerciantes o amas de casa. Dentro de los oficios varios se encuentra la agricultura, ganadería, conductor, mensajero, prestación de servicios, entre otros. En el caso de los comerciantes en general eran personas que tenían sus propias tiendas en las veredas o asentamientos, o también personas que vendían productos en la ciudad.

Figura No. 17. *Ocupación laboral de las personas entrevistadas.*



Nota: En la figura se muestran las ocupaciones que desempeñan las personas que fueron entrevistadas.

9.1.2 Personas que habitan en el hogar y tiempo que lleva residiendo en la zona.

De acuerdo con los datos obtenidos, se evidencia que las personas en estas zonas habitan en su mayoría con más de 3 personas por hogar, y con poca frecuencia se encuentra la convivencia en parejas o de forma individual Figura No 18. Además, se concretó que el 100% de las personas que se entrevistaron se encuentra habitando estas zonas por más de 5 años Figura No. 19.

Figura No. 18. *Número de personas que habitan por hogar.*



Nota. En la figura se muestra el porcentaje de personas que habitan por hogar, mostrando un mayor número en 3, 4 y 5 o más personas.

Figura No. 19. *Tiempo de residencia de las personas que habitan en estas zonas.*



Nota: En la figura se muestra el tiempo de residencia de las personas entrevistadas en esta zona, evidenciando que todos llevan 5 años o más habitando estos lugares.

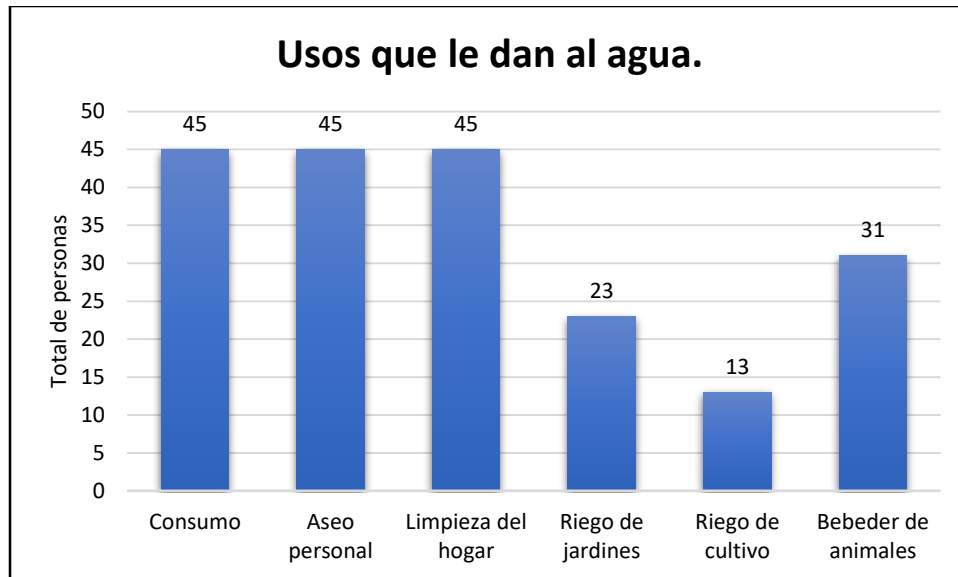
9.1.3 Acueducto y alcantarillado

Respecto al acueducto se obtuvo que el 100% de las personas que se entrevistaron en la zona alta y media, manifestaron que no poseían ningún tipo de acueducto o alcantarillado, a cambio de eso, el agua que utilizaban para el consumo la obtenían de quebradas cercanas y era transportada por mangueras que recorren la carretera principal hasta llegar a sus destinos. Algunas personas manifestaron que el agua en ocasiones llegaba con partículas desconocidas o con material viscoso a lo que ellos llamaban “caparrosa”, la cual es causada por el poco mantenimiento que se les dan a las mangueras; ya en la zona baja los entrevistados relataban que poseían acueducto.

9.1.4 Usos del agua

Con relación al uso del agua que le dan los entrevistados se encontró que el 100% la utilizara para el consumo humano, el aseo personal diario y en la limpieza del hogar, esto se debe a que son necesidades esenciales para vivir. En el caso de riego a jardines y cultivos se encontró que cerca de la mitad de las personas utilizaban el agua para hidratar plantas ornamentarias o árboles frutales, por otro lado, en el caso de los riegos a cultivos se encontró que 13 personas utilizaban el agua del río o quebradas cercanas con este fin, siendo el porcentaje más bajo de toda la lista. Por último, cerca del 70% de las personas utilizan el agua para bebederos de animales, este porcentaje es alto debido a que algunas personas manifestaron que le daban de beber a animales domésticos y otros a animales de granja o de corral. A continuación, se muestra con más detalle lo anteriormente dicho Figura No 20.

Figura No. 20. *Usos que le dan al agua.*



Nota: La figura muestra los posibles usos del agua y el número de personas que utilizan cada opción.

9.1.5 Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.

En primera medida, se realizó una pequeña descripción sobre que son los residuos orgánicos y que son los residuos inorgánicos, a lo que ellos respondieron lo que se muestra en la tabla 5, donde se puede identificar que cerca del 18% de las personas se deshacen de los residuos inorgánicos por medio de la quema, el 27% opta por enterrarlos en zonas cercanas a sus hogares, el 20% los reciclan, utilizándolos de diferentes formas en su hogar o trabajo y por último, el 35% los envían a rellenos sanitarios de dos formas diferentes, por un lado, algunos lo llevan a puntos específicos donde una entidad certificada los recogen y se los llevan, otros los acumulan en sus hogares y luego de cierto tiempo los llevan a un punto de la ciudad donde los dejan. En el caso de los residuos orgánicos ocurre algo similar, ya que, cerca del mismo 35% de las personas se deshacen de estos residuos enviándolos a rellenos sanitarios, un 15% se encargan de esto enterrándolos cerca a los hogares y por último un 50% lo utilizan para compostaje, ya que así los reutilizan y ayudan a sus jardines, expresaban algunos entrevistados.

Tabla No. 10. *Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.*

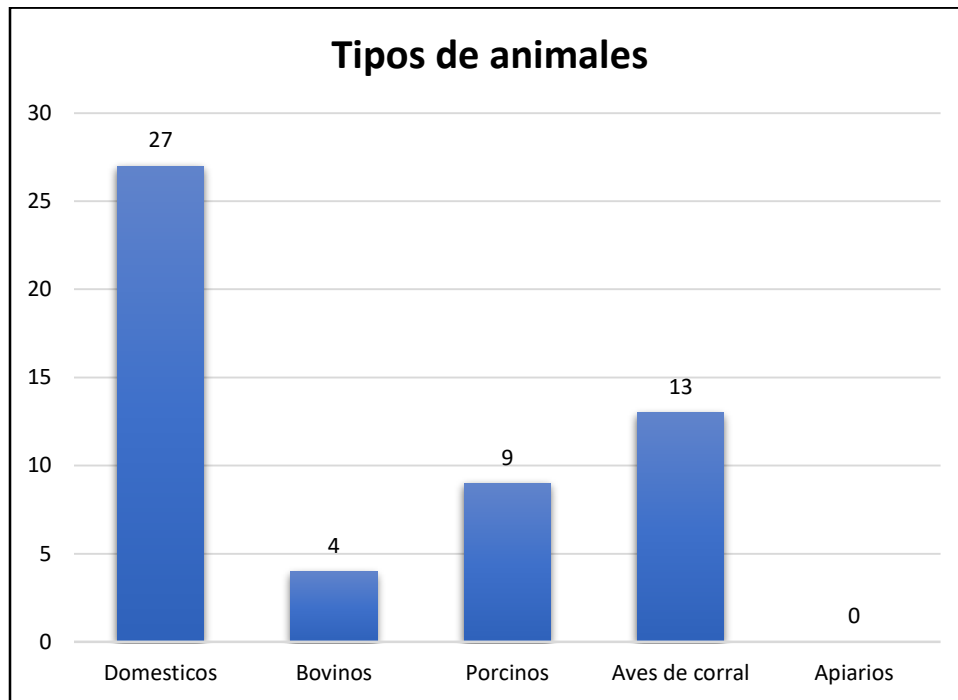
Tratamiento	Tipos de residuos	
	Orgánicos	Inorgánicos
Quemados	0	8
Enterrados	7	12
Reutilizados	0	9
Enviados a rellenos sanitarios	16	16
Compost	22	0
Arrojados al río Las Ceibas	0	0
Total	45	45

Nota: En la tabla se muestra los diferentes usos y tratamientos que se le den a los residuos orgánicos e inorgánicos que producen la población.

9.1.6 Animales de la zona y tratamiento de sus desechos.

Más del 60% de las personas entrevistadas manifestaron tener uno o varios animales domésticos como perros o gatos, sin embargo, algunos expresaban que además de estos, tenían algunas aves de corral o cerdos como “mascotas” para luego sacrificarlos y vender o alimentarse de ellos, en cuestiones de porcentajes había más aves de corral que cerdos, esto es debido a la facilidad de cuidarlos. Por último, muy pocas personas tenían bovinos, solo cerca del 10%, es importante señalar, que no todas las personas que participaron en la encuesta tenían animales, esto se detalla mejor en la Figura No. 21. En la tabla No. 11. se muestra el uso que se le dan a los desechos producidos por los animales, teniendo un porcentaje mayor el hecho de enterrarlos, siguiéndole los pasos el reutilizarlos, a lo que algunas personas decían utilizarlo como abono y, por último, tenemos el enviarlos a rellenos sanitarios con otras basuras generadas.

Figura No. 21. *Tipos de animales.*



Nota: La figura muestra algunos de los animales que poseen las personas que se entrevistaron.

Tabla No. 11. *Tratamiento de los desechos animales.*

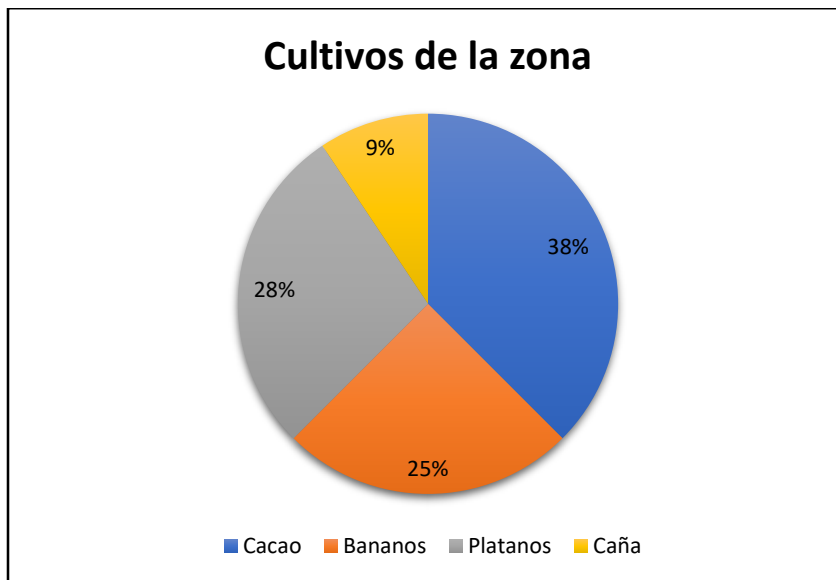
Tratamiento	Tipos de residuos
	Desechos animales
Quemados	0
Enterrados	18
Reutilizados	14
Enviados a rellenos sanitarios	6
Arrojados al río	0
No poseen	7
Total	45

Nota: En la tabla se muestra los métodos que utilizan los entrevistados para deshacerse de los desechos que producen los animales.

9.1.7 Tipos de cultivos

En esta última categoría se encontró que existen tres principales cultivos en estas zonas, estos son: el cacao con un 38%, cultivo de plátano, banano y caña de azúcar, con un 28%, 25% y 9%, respectivamente Figura No. 22. Por último, el 100% expresaron que no utilizaban ningún tipo de pesticida ya que son costosos y ninguna entidad certificada les brindaban apoyo en ese sentido. En los anexos se encuentran algunas de las encuestas que se realizaron a las personas.

Figura No. 22. Listado de cultivos que trabajan en la zona



Nota: En la figura se muestran los porcentajes de los cultivos que existen en las zonas de interés.

9.2 Muestreo

Una vez sistematizado la anterior encuesta, se prosiguió a realizar el respectivo muestreo, el cual se desarrolló a inicios del mes de mayo, en un día de lluvias. Este muestreo se realizó en tres puntos diferentes, uno en la parte alta, otro en la parte media y uno último en la parte baja, antes de entrar a la ciudad, en cada punto se tomaron tres muestras de agua en la zona más céntrica posible, aproximadamente 500 mL en cada botella plástica estéril. En el momento de la toma de

las muestras se realizaron algunas pruebas *in situ*, tales como la toma de coordenadas, la altura, la temperatura del agua y el pH, todos estos resultados se muestran en la tabla No. 12. Luego de esto se almacenaron en un termo para mantener la temperatura y se llevaron inmediatamente al laboratorio.

Tabla No. 12. Pruebas *in situ* realizadas en el muestreo.

Puntos de muestreo	Pruebas <i>in situ</i>							
	Subpuntos			Coordenadas	Altura m.s.n.m	Temperatura °C	pH	
Punto 1	1,1	1,2	1,3	2.80729, -75.0855	1490	16,4 °C	7,87	
Punto 2	2,1	2,2	2,3	2.8803, -75.1518	823	18,7 °C	7,83	
Punto 3	3,1	3,2	3,3	2.92034, -75.1502	680	21,3 °C	7,85	

Nota: en la tabla se muestra los datos tomados *in situ* de las muestras de aguas en cada uno de los 3 puntos.

A hora bien, de lo anterior se puede observar que existe una ligera variación en los datos correspondientes a la temperatura de los tres puntos, ya que se evidencia que la temperatura del agua aumente en comparación con los puntos de muestreo 1 al 3. Esta variación se encuentra relacionada con la temperatura ambiente del lugar ya que está a su vez es inversamente proporcional con la altitud, es decir, al aumentar esta la altitud la temperatura disminuye (AEMET, 2013).

En el caso del pH se evidencia que en los tres puntos este dato es prácticamente el mismo, esto se debe a que el pH del agua se ve influenciado por el equilibrio carbónico respecto a la actividad de diferentes microorganismos acuáticos (Amado Álvarez, et al., 2006). Respecto al equilibrio carbónico hace referencia a la disolución de CO_2 de la atmosfera en el agua y la disolución de carbonatos que se encuentran en algunas rocas, estos sucesos pueden alterar fuertemente el pH del agua (Tevés 2016). Por otro lado, la fotosíntesis de algunas plantas acuáticas

reduce la concentración de CO_2 mientras que la respiración de organismos heterótrofos produce este compuesto alterando igualmente el pH del agua (Tevés 2016).

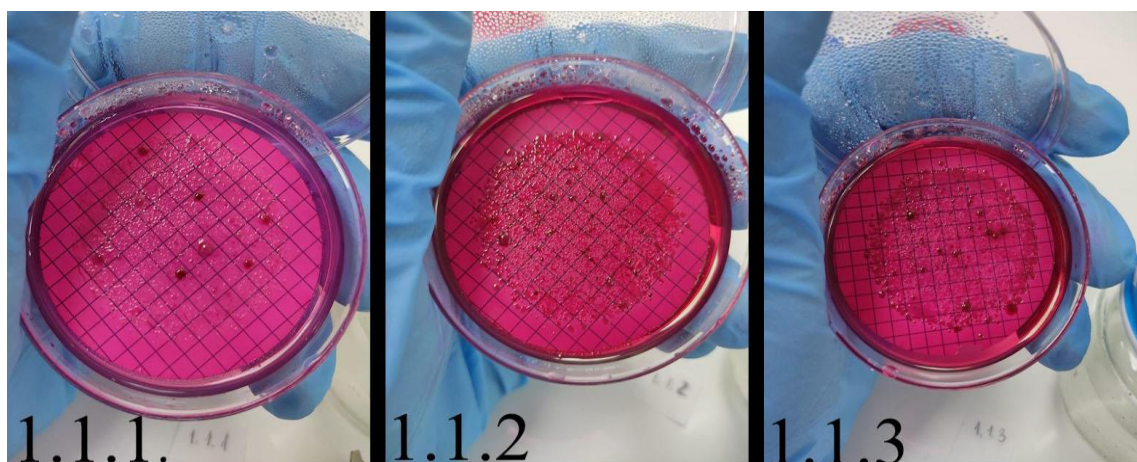
9.3 Fase de laboratorio

Ahora bien, como se ha dicho anteriormente, en total el muestreo se realizó en 3 zonas del río y en cada zona se tomaron 3 muestras de agua en diferentes tramos del río. Luego, se llevaron inmediatamente las muestras de agua al laboratorio conservando su temperatura para la cuantificación e identificación de coliformes totales y fecales (Figuras No. 23 a No. 31), igualmente esta prueba se realizó por triplicado por cada tipo de muestra.

9.3.1 Cuantificación de coliformes totales y fecales

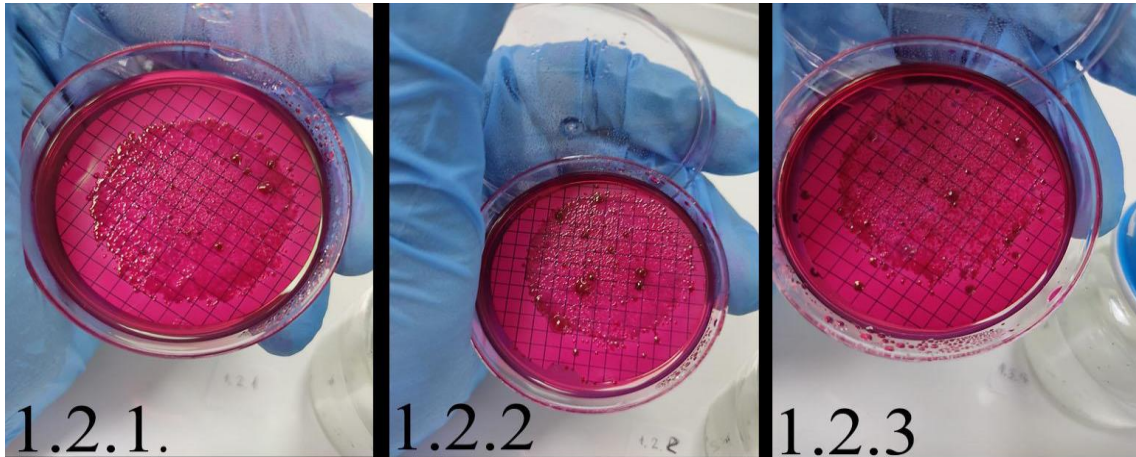
Las muestras se filtraron y se sembraron en el agar Endo, se esperó que trascurrieran 24 horas en incubación, luego de esto, se revisaron las placas y se tomó evidencia fotográfica. El número de colonias totales y el número de colonias de coliformes fecales se muestran en la tabla No. 13.

Figura No. 23. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 1 del sub punto 1.



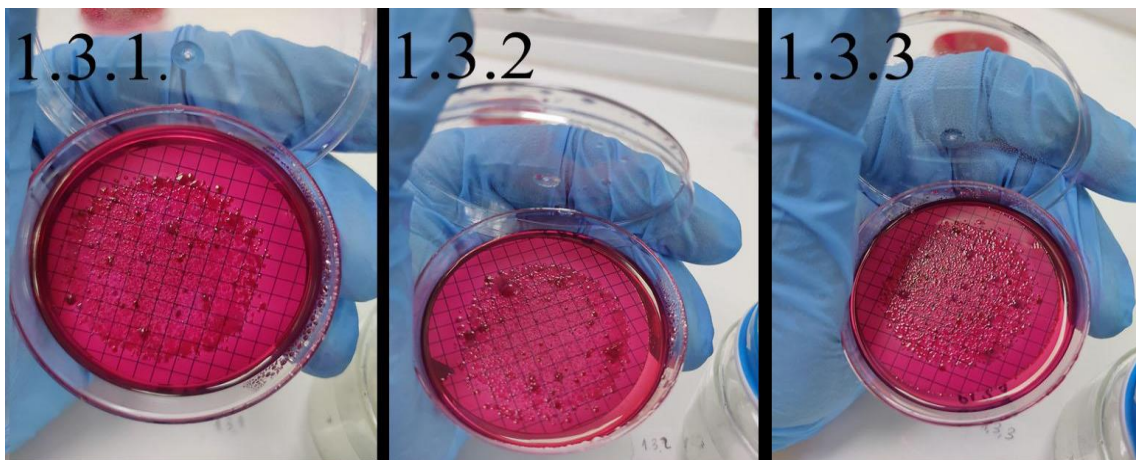
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 1, del subpunto 1.

Figura No. 24. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 1 del sub punto 2.



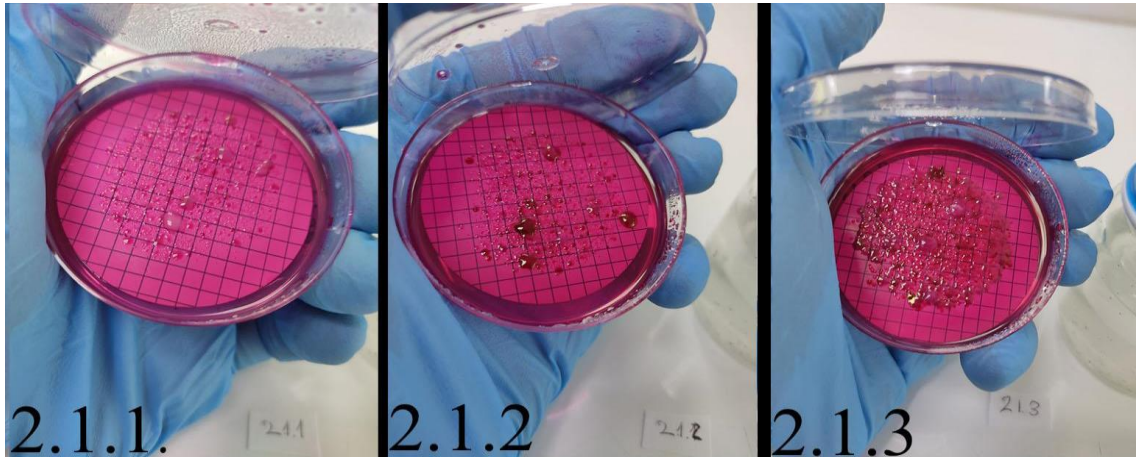
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 1, del subpunto 2

Figura No. 25. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 1 del sub punto 3.



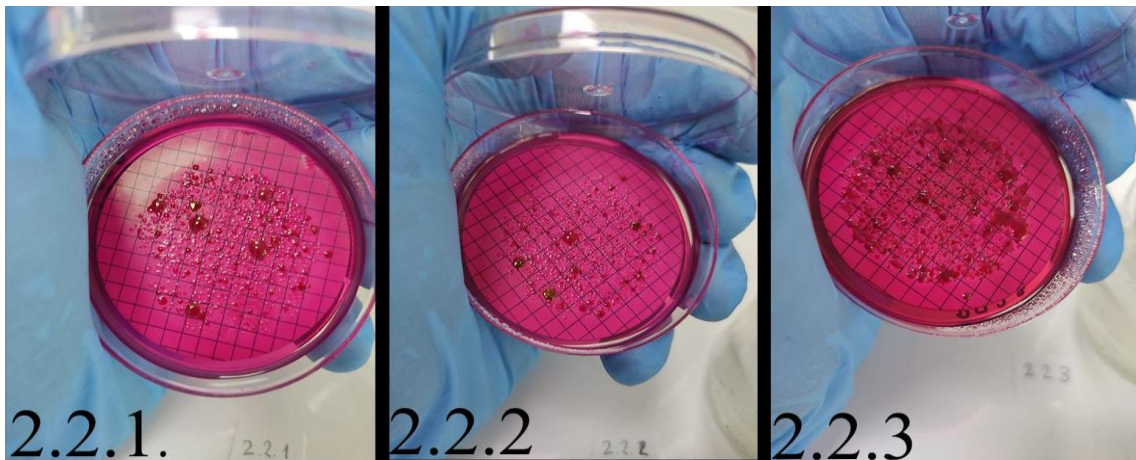
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 1, del subpunto 3

Figura No. 26. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 2 del sub punto 1.



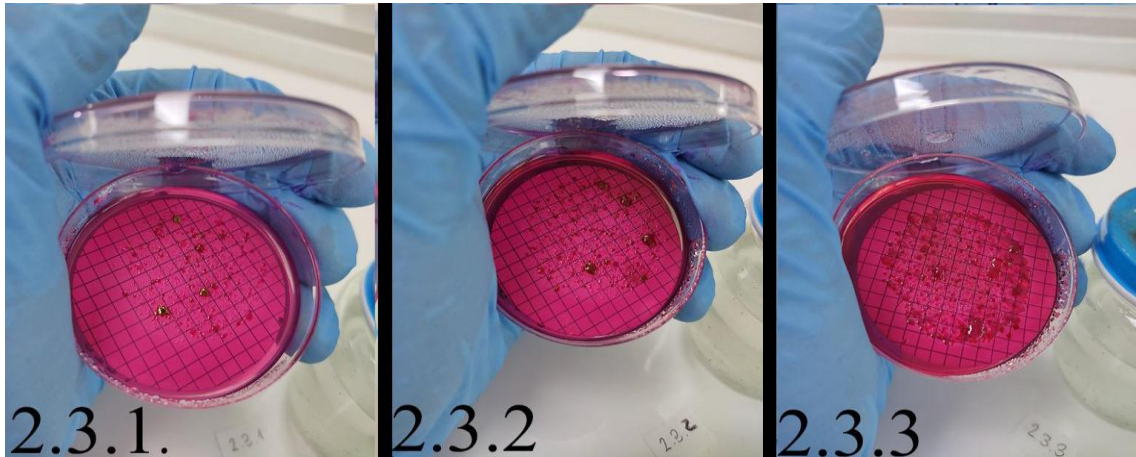
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 2, del subpunto 1

Figura No. 27. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 2 del sub punto 2.



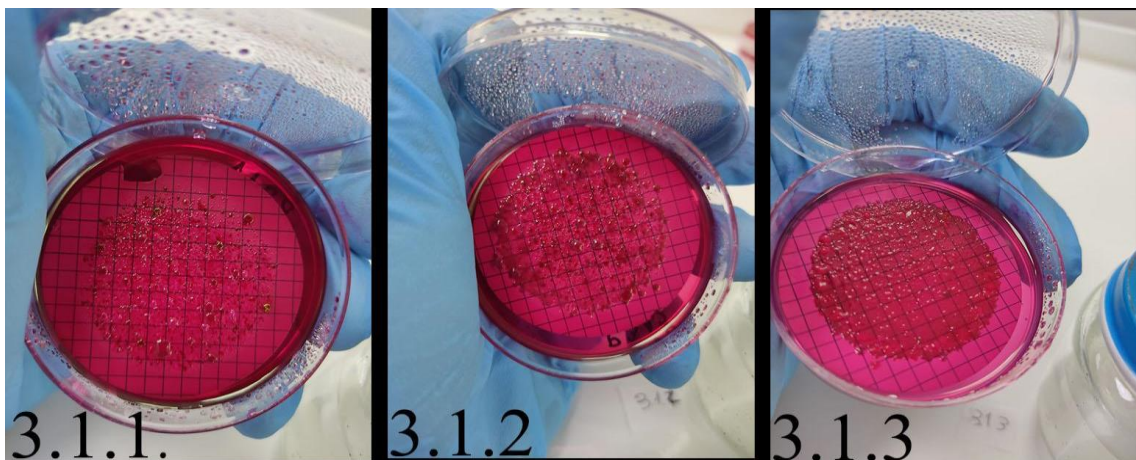
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 2, del subpunto 2

Figura No. 28. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 2 del sub punto 3.



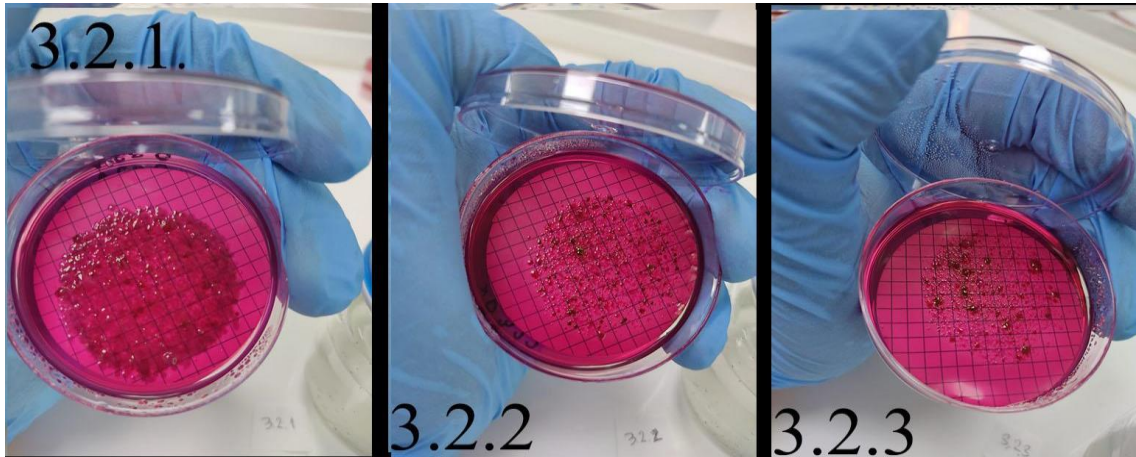
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 2, del subpunto 3

Figura No. 29. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 3 del sub punto 1.



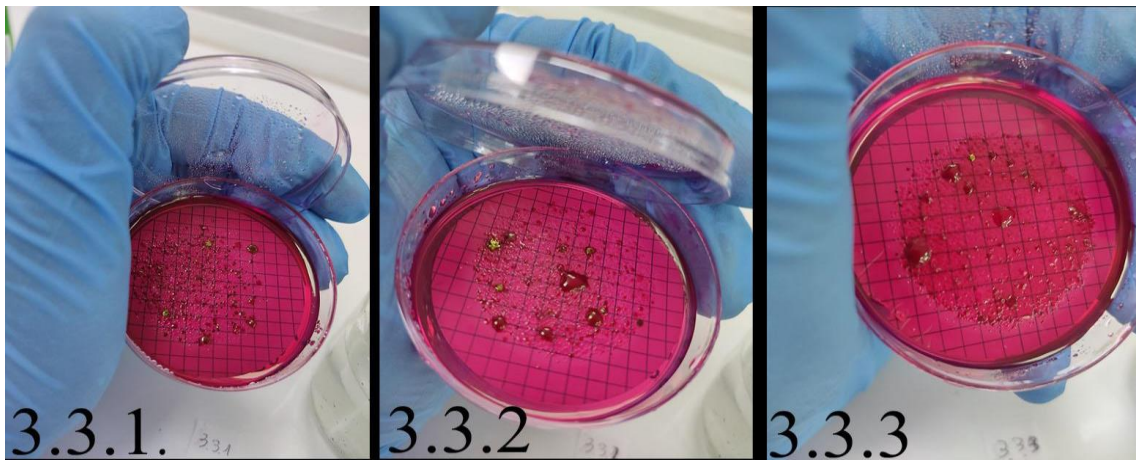
Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 3, del subpunto 1

Figura No. 30. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 3 del sub punto 2.



Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 3, del subpunto 2

Figura No. 31. Resultados obtenidos de la filtración del agua diluida del punto 3 del sub punto 3.



Nota: En la figura se muestran los resultados obtenidos del crecimiento bacteriano de la filtración del punto 3, del subpunto3

Tabla No. 13. Datos obtenidos del conteo de colonias.

Datos							
Punto	Sub Punto	Prueba	Colonias de coliformes totales	Colonias de coliformes Fecales	Técnica	Cantidad de muestra filtrado mL	Cantidad total filtrado mL
		1	11	3	Filtración	1	100
	1	2	106	4	Filtración	1	100
		3	84	5	Filtración	1	100
		1	31	1	Filtración	1	100
1	2	2	29	5	Filtración	1	100
		3	25	1	Filtración	1	100
		1	46	1	Filtración	1	100
	3	2	54	2	Filtración	1	100
		3	39	2	Filtración	1	100
		1	26	3	Filtración	1	100
	1	2	38	0	Filtración	1	100
		3	83	4	Filtración	1	100
		1	41	1	Filtración	1	100
2	2	2	32	1	Filtración	1	100
		3	102	4	Filtración	1	100
		1	46	0	Filtración	1	100
	3	2	39	1	Filtración	1	100
		1	+200	2	Filtración	1	100

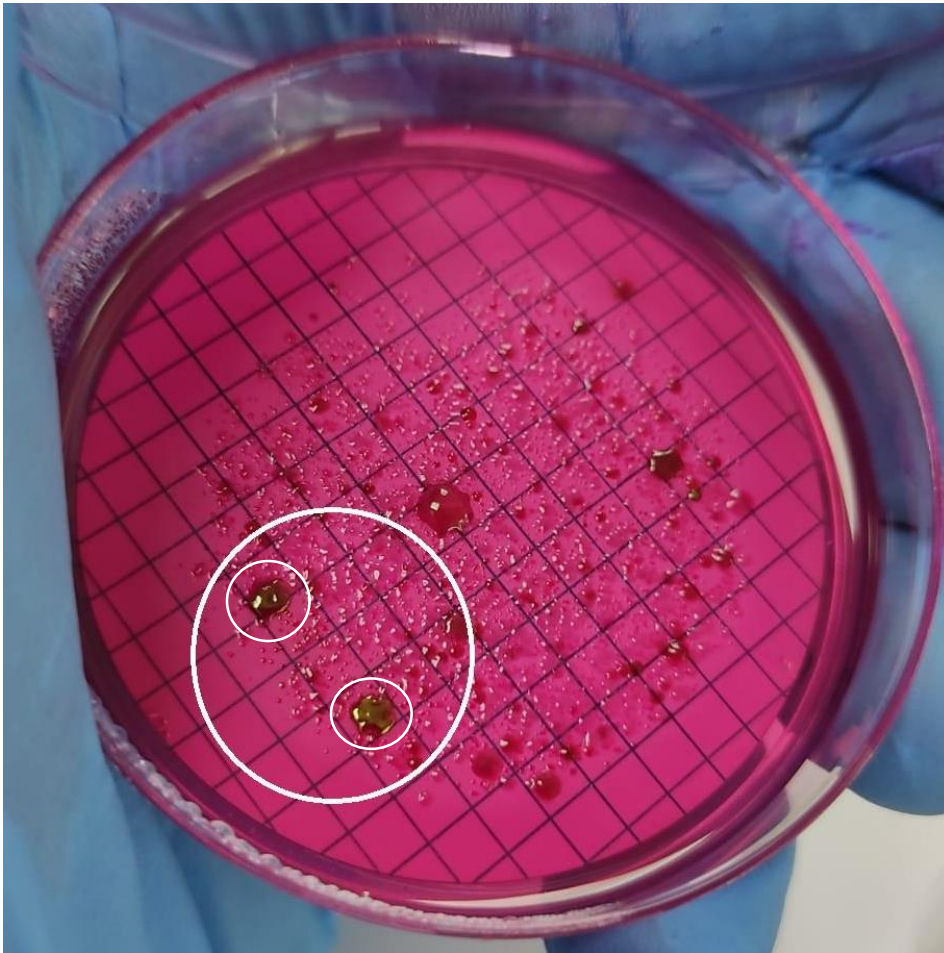
Continuación de la tabla No 13.

Punto	Sub Punto	Prueba	Datos				
			Colonias de coliformes totales	Colonias de coliformes Fecales	Técnica	Cantidad de muestra filtrado mL	Cantidad total filtrado mL
3	1	1	+200	2	Filtración	1	100
		2	187	3	Filtración	1	100
		3	+200	0	Filtración	1	100
	2	1	138	5	Filtración	1	100
		2	108	0	Filtración	1	100
		3	64	0	Filtración	1	100
	3	1	142	3	Filtración	1	100
		2	73	1	Filtración	1	100
		3	+200	0	Filtración	1	100

Nota: En la tabla se evidencia los datos obtenidos del conteo de las colonias de coliformes totales y fecales encontradas en todas las placas.

La tabla anterior muestra el número de colonias totales de coliformes que proliferaron en el agar ENDO, este número oscila entre 11 y más de 200 colonias por caja de Petri. En el caso de los coliformes fecales el conteo se realizó guiándonos primeramente por la morfología macroscópica de las colonias, ya que, este tipo de coliformes tienen la característica de reflejar un color verde metálico cuando se encuentran en este agar (Figura No 32).

Figura No. 32. *Morfología de las colonias de coliformes fecales.*



Nota: En la figura se muestra la morfología de las colonias características de los coliformes fecales.

Una vez contadas el número de colonias totales y fecales, se prosigió a realizar los cálculos para la identificación de los UFC en cada 100 mL de muestra filtrada, para ello, según APHA, AWWA, WPCF (1992), para el cálculo de la densidad de coliformes se debe utilizar los discos de filtros que posean entre 20 y 80 colonias de coliformes y no más de 200 colonias, para ello se utiliza la siguiente ecuación de UFC/mL. (p. 104).

$$\frac{\text{Colonias de coliformes (totales)}}{100 \text{ mL}} = \frac{\text{Colonias de coliformes contadas} * 100}{\text{mL de la muestra filtrados}}$$

Para el caso de las unidades formadores de colonias (UFC/100mL) de los coliformes fecales se utiliza la siguiente fórmula:

$$UFC \text{ de colonias fecales} = \frac{\text{Colonias comprobadas}}{\text{Volumen de la muestra filtrada}} * \text{volumen filtrado}$$

Utilizando estas dos fórmulas se pudo hallar las unidades formadoras de colonias de cada caja de Petri y los datos fueron registrados en la tabla No 14.

Tabla No. 14 . Resultados obtenidos de la cuantificación de coliformes totales y fecales de todas las muestras de agua.

Puntos	Subpunto	Prueba	UFC/100mL		
			Coliformes totales	Coliformes fecales	
1	1	1	1100	300	
		2	10600	400	
		3	8400	500	
	2	2	1	3100	100
			2	2900	500
			3	2500	100
	3	3	1	4600	100
			2	5400	200
			3	3900	200
	2	1	1	2600	300
			2	3800	0
			3	8300	400
2		2	1	4100	100
			2	3200	100
			3	10200	400
3	3	1	4600	0	
		2	3900	100	
		3	8400	400	

Continuación de la Tabla No. 14.

Puntos	UFC/100mL			
	Subpunto	Prueba	Coliformes totales	Coliformes fecales
3	1	1	+20000	200
		2	18700	300
		3	+20000	0
	2	1	13800	500
		2	10800	0
		3	6400	0
	3	1	14200	300
		2	7300	100
		3	+20000	0

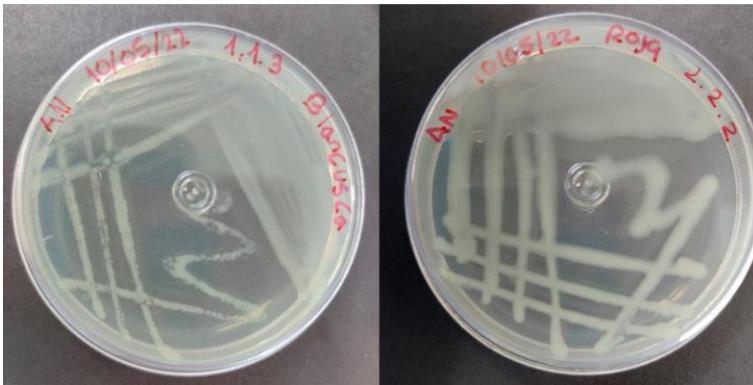
Nota: En la tabla se evidencia el resultado de los UFC de coliformes totales y fecales.

De acuerdo con el decreto 1594 de 1984, capítulo IV, por cada 100 mL de agua el margen de coliformes totales debe de ser máximo 20000 microorganismos para que la potabilización sea solamente por tratamiento convencional. En el caso de los coliformes fecales, este rango disminuye y pasa a ser de hasta máximo 2000 microorganismos por cada 100 mL de agua. Basado en esta información se puede decir que el punto 3 es la zona con más carga bacteriana, ya que los rangos de UFC se acercan peligrosamente a esa frontera de los 20000 microorganismos por cada 100 mL de coliformes totales, de hecho, en algunas placas se superó esta cantidad, como es el caso del sub punto 1 y el sub punto 3, toda esta carga excesiva de microorganismos se debe a que es la zona más baja de todas, es decir, en ese punto se encuentra la mayor contaminación por ser el último punto donde se recolectó la muestra de agua. En el caso de las otras zonas el rango se mantuvo entre los 1000 y 11000 UFC, entrando en el rango permitido de los coliformes totales. Por otro lado, en los UFC correspondiente a los coliformes fecales se observó que en las tres zonas el rango de estas bacterias se mantuvo por debajo de la media, yendo desde 0 hasta 500 UFC por el total de las cajas.

9.3.2 Identificación de coliformes totales y fecales.

Para la identificación de las bacterias que había proliferado en el agar ENDO, se seleccionó entre todas las placas, las colonias más características, que, por un lado, se repetían y eran más comunes o que por el contrario eran totalmente diferentes a otras. De acuerdo con esto, en total se seleccionaron 6 colonias (2 del punto 1, 3 del punto 2 y 1 del punto 3). Una vez identificadas las colonias, lo primero que se hizo fue tratar de aislarlas en agar nutritivo, dando como resultado la Figura No. 38. Este agar se utiliza como medio aislante de primer paso debido a sus características, frente a microorganismos poco exigentes es su nutrición para crecer, además de ello, no contiene inhibidores de crecimiento de bacterias, al contrario, este medio de cultivo posee pluripectona y extracto de carne los cuales le dan carbono y nitrógeno como fuente a las bacterias para que prosperen (LABG&M, 2021)

Figura No. 33. *Resultado de agar nutritivo*



Nota: En la figura se muestran algunos de los resultados obtenidos del aislamiento de las colonias en el agar nutritivo. Todas las cajas dieron un resultado similar, sin diferencias notables.

❖ *Agar MacConkey.*

Las diferentes pruebas bioquímicas para la respectiva identificación se realizaron a través de la inoculación de las bacterias presuntamente aisladas del agar nutritivo en agar MacConkey,

ya que este agar es un medio selectivo y diferencial para la identificación y aislamiento de bacilos Gram negativos (Allen, 2005)

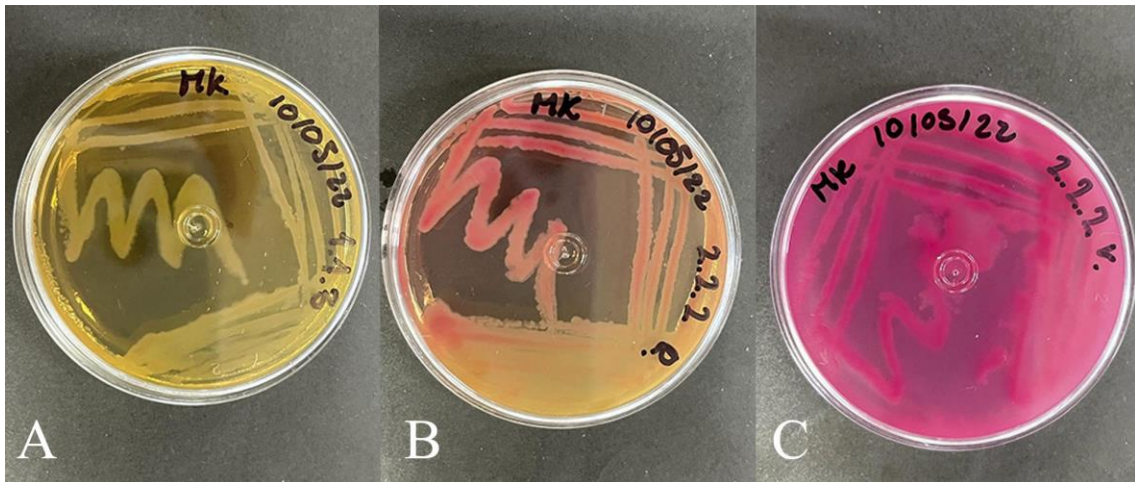
Figura No. 34. *Agar MacConkey*



Nota: Agar MacConkey sin inocular. Figura tomada de: Centerlab.

El medio de cultivo MacConkey, es un agar que posee peptonas que contribuyen con los nutrientes suficientes para el desarrollo de bacterias; en su composición existe la lactosa, la cual actúa como hidrato de carbono fermentable, también posee sales biliares y el compuesto cristal violeta los cuales actúan como agente selectivo inhibiendo el crecimiento de bacterias Gram positivas (Britania, 2021). Este agar es utilizado como medio de identificación de bacterias gracias a sus virajes de color de acuerdo con su pH, es decir, cuando su pH baja, este tiende a tornarse de un color rojo o rosado, esto se da cuando en el agar crecen bacterias que fermentan la lactosa. Por otro lado, las bacterias que no fermentan la lactosa producen colonias incoloras (Allen, 2005).

Figura No. 35. Resultados obtenidos del agar MacConkey.



Nota: En la figura se muestran los diferentes resultados obtenidos de la prueba del agar MacConkey. En la imagen (A) se reflejan únicamente bacterias no fermentadoras de lactosa, en la imagen (B) se muestra bacterias fermentadoras y no fermentadoras de lactosa y en la imagen (C) se reflejan bacterias únicamente fermentadoras de lactosa.

De acuerdo con esta información, se observa que, en todas las placas examinadas, exceptuando en la 2.1.1 y en la 2.2.2 V hubo crecimiento de bacterias no fermentadoras de lactosa, siendo la caja 1.1.3 la que más uniformidad tenía de estas bacterias (A), siguiendo las cajas 1.2.2, 2.2.2 R, 3.3.1 y 3.3.2, las que tenían combinación de bacterias no fermentadoras y fermentadoras de lactosa (B). La única caja que se evidencia una uniformidad de bacterias fermentadoras de lactosa se encuentra en las cajas 2.1.1 y 2.2.2 V (C).

Tabla No. 15. Resultados obtenidos del agar MacConkey.

Muestra	MacConkey
	Fermentaron la lactosa
1.1.3	-
1.2.2	+ / -
2.1.1	+
2.2.2 R	+ / -
2.2.2 V	+
3.3.1	+ / -
3.3.2	+ / -

Nota: En la tabla se presenta los resultados obtenidos de las muestras que fermentan o no la lactosa de la siembra en agar MacConkey.

❖ Prueba de SIM

Esta prueba se utiliza con el fin de evidenciar y confirmar si las bacterias tienen movilidad en un medio semisólido, si producen o no indol y sulfuro de hidrógeno.

Figura No. 36. Prueba de SIM.

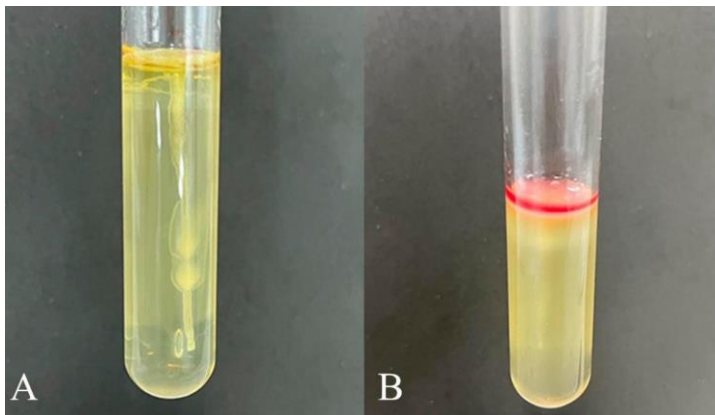


Nota: En la figura se muestra una prueba de SIM sin inocular. Figura tomada de: Plastlabor.

Esta prueba es utilizada para la identificación de tres características diferentes, las cuales son de gran importancia para la comprobación de bacterias, esto lo hace con ayuda de la

composición del agar, ya que, por un lado, el medio está compuesto de tiosulfato de sodio y sulfato ferroso de amonio, donde las bacterias, en primera instancia reaccionan con el tiosulfato de sodio, generando consigo ácido sulfhídrico (H_2S), el cual reacciona con el sulfato ferroso de amonio produciendo sulfuro ferroso, el cual da como resultado un precipitado negro en el agar. Por otro lado, el medio es rico en peptona de caseína, la cual es abundante en triptófano, ocasionando así que algunas bacterias lo consuman produciendo indol, el cual con ayuda del reactivo de Kovac's reacciona produciendo un compuesto de color rojo (B.D., 2008). Por último, la motilidad se observa gracias a que el medio de cultivo es semisólido, ocasionando así que el crecimiento de las bacterias se dé hacia el exterior, simulando a las raíces de un árbol.

Figura No. 37. Resultados de la prueba de SIM.



Nota: En la figura se muestra los resultados obtenidos de la prueba de SIM, donde en la imagen (A) se evidencia la movilidad de las bacterias y en la imagen (B) se evidencia la reacción positiva a la presencia de Indol.

De acuerdo con lo anterior se tiene que los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla No. 16. Resultados de la prueba de SIM.

Muestra	SIM		
	Movilidad	Indol	H ₂ S
1.1.3	+	-	-
1.2.2	+	+	-
2.1.1	+	-	-
2.2.2 R	+	-	-
2.2.2 V	+	+	-
3.3.1	+	+	-
3.3.2	+	-	-

Nota: En la tabla se evidencia los resultados obtenidos relacionados con la movilidad, la producción de indol y la producción de ácido sulfhídrico.

❖ Prueba Citrato de Simmons.

Esta prueba es utilizada para la identificación de enterobacterias con base en la utilización del citrato como única fuente de energía y fuente de carbono. A partir de esto se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura No. 38. Prueba de Citrato de Simmons.

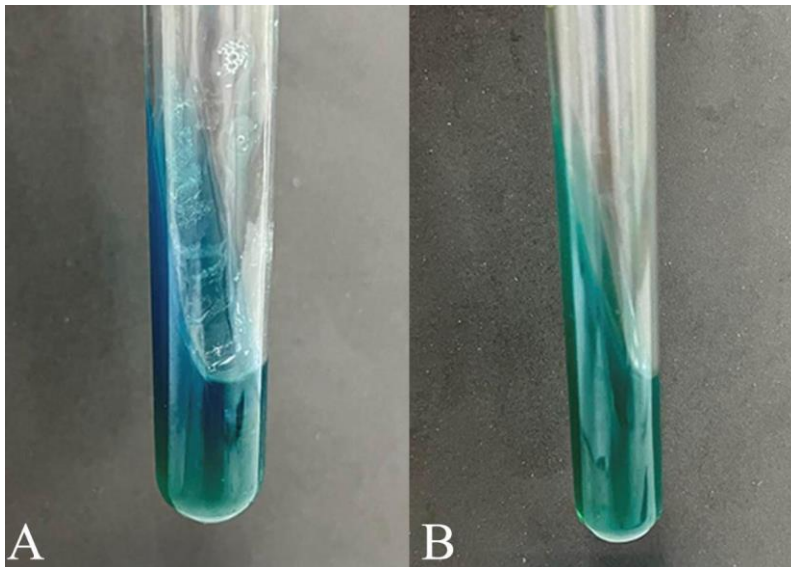


Nota: Prueba de Citrato de Simmons sin inocular. Figura tomada de Laboratorios Medibac.

De acuerdo con MacFaddin (2000), existen bacterias que pueden generar su energía en medios donde no existe la posibilidad de fermentar o producir ácido láctico y lo hacen por medio

de la utilización de citrato como fuente de carbono. Las bacterias que realizan este proceso son aquellas que poseen el citrato permeasa, donde a través del ciclo del ácido tricarbónico se realiza el metabolismo del citrato. Este proceso progresivamente genera oxalacetato y piruvato, donde en un medio alcalino origina ácidos orgánicos, que al ser utilizados como fuente de carbono generan carbonatos y bicarbonatos. Todo este proceso produce que el medio de cultivo cambie de color verde a azul, indicando producción de citrato permeasa y dando positiva para la prueba de citrato. (p.45).

Figura No. 39. Resultados obtenidos de la prueba de Citrato de Simmons.



Nota: En la figura 44 se muestra los resultados obtenidos de la prueba de Citrato de Simmons, donde en la imagen (A) se muestra la reacción positiva, evidenciándose un viraje de color de verde a azul. En la imagen (B) se muestra la reacción negativa donde no hubo ningún tipo de reacción.

De acuerdo con esta información tenemos que:

Tabla No. 17. Resultados de la prueba de citrato de Simmons.

Muestra	Citrato de Simmons
	Resultado
1.1.3	+
1.2.2	+
2.1.1	+
2.2.2 R	+
2.2.2 V	-
3.3.1	+
3.3.2	+

Nota: En la tabla se evidencian los resultados obtenidos para la prueba de citrato de Simmons.

❖ Prueba de TSI.

Esta prueba es utilizada para la identificación de enterobacterias con base en la fermentación de los hidratos de carbono, glucosa, lactosa y sacarosa y a la producción de ácido sulfhídrico. A partir de esto, se obtuvieron los siguientes resultados:

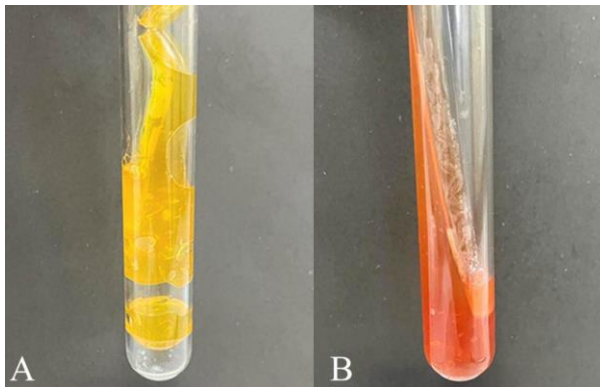
Figura No. 40. Prueba de TSI.



Nota: En la figura 45 se muestran los resultados de las pruebas de TSI sin inocular. Figura tomada de: CBSAlife.

Según MacFaddin (2000), el medio de cultivo TSI (Triple Sugar Iron) es un medio diferencial, cuya función es la de determinar bacterias que fermentan hidratos de carbono y producen ácido sulfhídrico. Ahora bien, los microorganismos pueden utilizar diferentes sustratos que están en el medio, de acuerdo con el sustrato que utilizan se puede diferenciar el grupo, el género o la especie, esto se da con mayor facilidad entre las Enterobacterias. El medio de cultivo TSI está compuesto por tres hidratos de carbono, estos son la lactosa en un 1%, la glucosa en un 0.1% y la sacarosa en un 1%, por otro lado, existen microorganismos que tienen la facultad de fermentar todos estos hidratos de carbono, así como otros que solo pueden fermentar dos o inclusive uno de estos compuestos, de igual forma, existen algunos que no pueden fermentar estos hidratos. Ahora bien, esta fermentación de los hidratos de carbono puede producir o no gases ($CO_2 + H_2$). (p. 113.)

Figura No. 41. Resultados obtenidos de la prueba de TSI.



Nota: En la figura 46 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de TSI, donde en la imagen (A) se muestra producción de gases y fermentación de los hidratos de carbono ocasionando el viraje de color. En la imagen (B) se muestra que hubo poca producción de gas, pero sin fermentación de hidratos de carbono.

De acuerdo con esta información tenemos que:

Tabla No. 18. Resultados de la prueba de TSI.

Muestra	TSI		
	Superficie/Profundidad	Gas	H_2S
1.1.3	N.R.	-	-
1.2.2	A/A	+	-
2.1.1	A/A	+	-
2.2.2 V	A/A	+	-
2.2.2 R	A/A	+	-
3.3.1	A/A	+	-
3.3.2	A/A	+	-

A=Reacción ácida (color amarillo)

K=Reacción alcalina (color rojo)

N.R.= No reacciono.

Nota: En la tabla se evidencian los resultados obtenidos para la prueba de TSI.

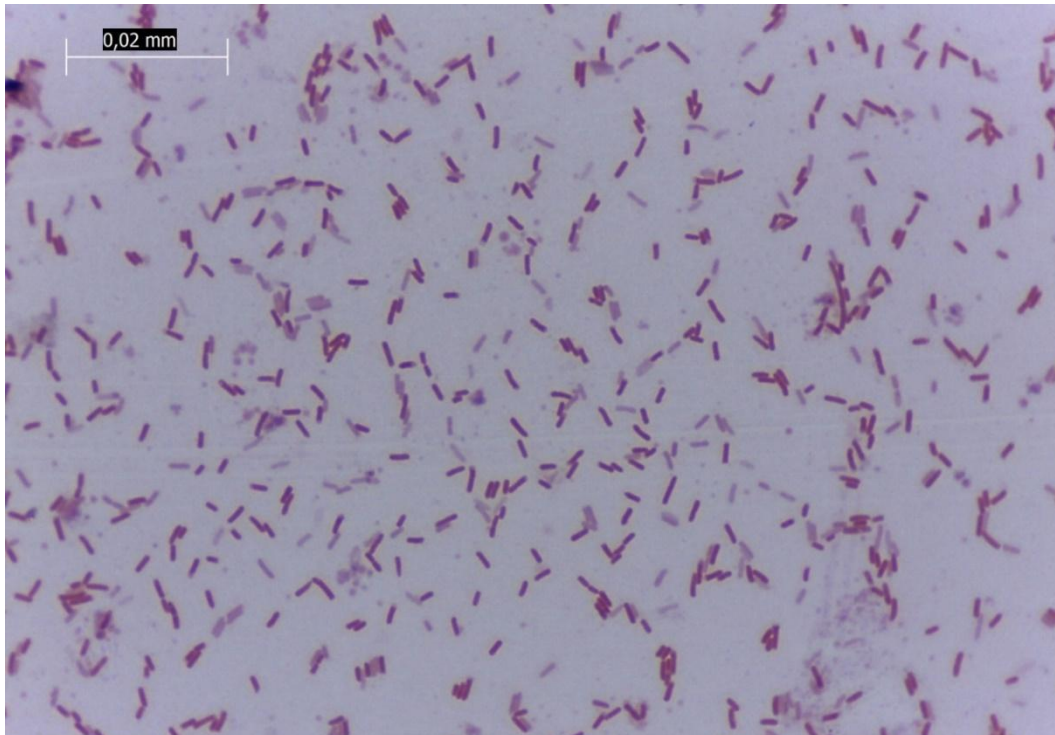
De acuerdo con lo anterior y con ayuda de los estándares de control de calidad, se llega a la conclusión que en todos los tubos exceptuando al perteneciente 1.1.3 hubo producción de gas y un viraje de color amarillo en todo el medio infiriendo que se fermentaron todos los hidratos de carbono produciendo así ácidos, por último, no hubo presencia de producción de sulfuro de hidrogeno H_2S .

❖ Observación microscópica

Para realizar la observación microscópica de las bacterias lo que se realizó primeramente fue una tinción de Gram, este proceso se realiza para diferencias entre dos grupos de microorganismos, a estos se le definen como Gram positivos o Gram negativos, en el caso de las primeras se les denominan así a las bacterias que retienen en su pared celular la tinción de azul-violeta y en el momento de observarlas en el microscopio estas se ven de color azul o morado. En

el caso de las otras bacterias no retienen la tinción y se decoloran, para luego teñirse con safranina (Arenas y Rodríguez, 2018, p. 166) y se observan de color rosado. Las bacterias presentes en las muestras se identificaron en el grupo de las Gram negativas, con forma cilíndrica perteneciendo al grupo de los bacilos.

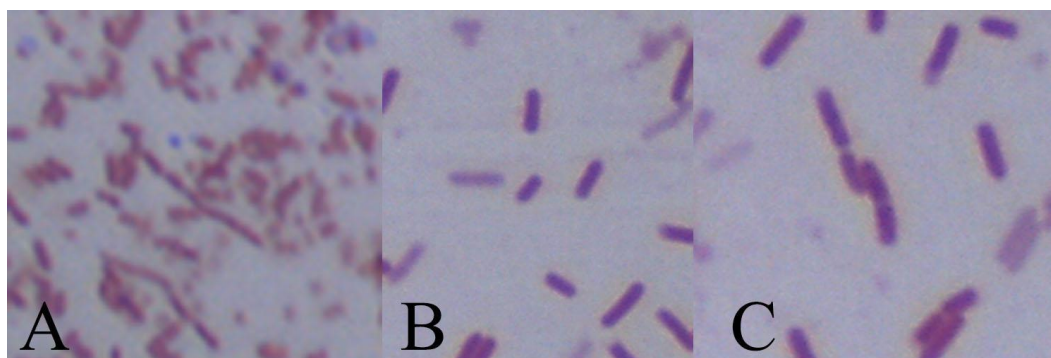
Figura No. 42. *Observación microscópica de una de las muestras a 100x.*



Nota: En la figura 47 se muestra la observación microscópica a 100x de la caja 3.3.2, donde se observan bacilos Gram negativos.

Los resultados permitieron determinar diferentes tipos de bacilos como simples, diplobacilos y bacilos en cadena (Figura N° 48). Siendo así, tenemos que en la muestra 1.1.3 y en la 2.2.2 R, se encontraron estos tres tipos de agrupaciones, en el caso de las demás solo se encontraron monobacilos y diplobacilos.

Figura No. 43. *Tipos de bacilos observados microscópicamente.*



Nota: En la figura se muestra los diferentes tipos de bacilos que se encontraron durante el momento de la observación microscópica, donde en la imagen (A) se observa una agrupación alargada de bacilos perteneciente a bacilos en cadena, en la imagen (B) se observa agrupación de bacilos solitarios o monobacilos, en la imagen (C) se observan agrupaciones de bacilos en pares conocidos como diplobacilos.

Tabla No. 19. *Resultados obtenidos de la observación microscópica.*

Muestra	Observación microscópica		
	Monobacilos	Diplobacilos	Bacilos en cadena
1.1.3	X	X	X
1.2.2	X	X	
2.1.1	X	X	
2.2.2 R	X	X	X
2.2.2 V	X	X	
3.3.1	X	X	
3.3.2	X	X	

Nota: En la tabla se evidencian los resultados de los tipos de bacilos que se pudieron observar en la prueba microscópica.

Tabla No. 20. Recopilación de los todos los datos obtenidos de las diferentes pruebas

Pruebas		Muestras						
		1.1.3	1.2.2	2.1.1	2.2.2 R	2.2.2 V	3.3.1	3.3.2
MacConkey	Fermentaron la lactosa	-	+/-	+	+/-	+	+/-	+/-
	Movilidad	+	+	+	+	+	+	+
SIM	Indol	-	+	-	-	+	+	-
	H_2S	-	-	-	-	-	-	-
Citrato de Simmos	Reacción	+	+	+	+	-	+	+
	Superficie/Profundidad	N/R	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A
TSI	Gas	-	+	+	+	+	+	+
	H_2S	-	-	-	-	-	-	-
Observación microscópica	Monobacilos	X	X	X	X	X	X	X
	Diplobacilos	X	X	X	X	X	X	X
	Bacilos en cadena	X			X			

Con base en los resultados obtenidos y con ayuda de los cuadros de control de calidad de las pruebas bioquímicas, se puede inferir que las posibles bacterias encontradas en el agua del Río Las Ceibas, cuyas características se asemejan más son: *Escherichia Coli* y *Klebsiella Pneumoniae*. Ya que, de acuerdo con Chávez Puertas (2002) morfológicamente las *K. Pneumoniae* son bacilos rectos Gram negativos que se disponen individuales, en parejas o en ocasiones en cadenas cortas, son bacterias anaerobias facultativas que presentan dos tipos de metabolismo, uno respiratorio y otro fermentador, esto quiere decir que pueden utilizar el citrato y la glucosa como fuente de carbono, además de ello, no genera ácido sulfhídrico (H_2S), son bacterias inmóviles y no reaccionan con el reactivo de Kovacs. (p. 6 y 9).

Ahora bien, *Escherichia Coli* es bacteria anaerobia facultativa, igual a la anterior, su estructura es bacilar, Gran negativos, pero en este caso posee flagelos, esto quiere decir que tienen

movilidad, además, estas bacterias poseen la característica de ser fermentadoras de lactosa, dando como resultado que reaccionen con el agar MacConkey produciendo así colonias de color rosa intenso, en el caso de la prueba de TSI, son positivas para fermentar azúcares, producir gases y ser negativas para la producción de ácido sulfhídrico (H_2S), por otro lado, en la prueba de citrato da negativo puesto que no lo utiliza como fuente de alimento, por último reacciona con el reactivo de Kovacs, siendo positiva para la prueba de indol, citado en (Gutiérrez y Sánchez 2017, p. 24 y 25).

9.3.3 Kits de colorimetría

Una vez terminada la cuantificación e identificación de coliformes fecales se prosiguió a realizar las diferentes pruebas colorimétricas para nitritos (NO_2^-), cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{-2}) y dureza total. Estos procedimientos se hicieron por triplicado, dando como resultado lo siguiente:

Tabla No. 21. Resultado de las pruebas colorimétricas.

Puntos	Muestra	Pruebas colorimétricas			
		NO_2^- mg/L	Cl^- mg/L	SO_4^{-2} ppm	Dureza (°f)
1	1.1	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	5,34
	1.2	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	5,34
	1.3	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	5,34
2	2.1	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	7,12
	2.2	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	7,12
	2.3	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	7,12
3	3.1	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	7,12
	3.2	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	7,12
	3.3	0 - 0,1	0 - 5	0 - 25	7,12

Nota: En la tabla se evidencian los resultados obtenidos de las pruebas colorimétricas realizadas.

De acuerdo con el decreto 1594 de 1984, capítulo IV, relacionado con los criterios de calidad para la destinación de los recursos hídricos tenemos que para la concentración de iones de nitritos (NO_2^-) en el agua, esta debe encontrarse en el rango de 0 y 10 mg/L, para el caso de los iones de cloruros (Cl^-), el rango admisible para la potabilización con tratamientos convencionales debe encontrarse entre 0 y 250 mg/L y para los iones sulfatos (SO_4^{-2}) este rango admitido se

encuentra entre 0 y 400 mg/L. De acuerdo con lo anterior y comparándolo con la Tabla No. 21. Se evidencia que los resultados obtenidos para las concentraciones de los iones de nitritos, cloruros y sulfatos se encuentran dentro de los rangos permisibles para la destinación de este recurso como fuente que puede ser potabilizada. Por último, en el caso de la dureza se encontraron valores desde 5,34 a 7,12 °f, indicando así que el agua analizada era blanda, ya que no excede los 15°f (Grado francés, mg CaCO₃ por litro).

9.4 Intervención didáctica

Para la aplicación de la estrategia didáctica a través del modelo investigativo, se inició con la aplicación del instrumento (Anexo No. 4) para así, recopilar los saberes previos y concepciones de los estudiantes.

9.4.1 Pretest

Una vez aplicado el pretest al grupo, se permite realizar deducciones sobre la estructura cognitiva inicial que tienen los estudiantes con relación a las definiciones de los usos, tratamientos y análisis de aguas, además del contexto histórico del río, esto se muestran en la Tabla No. 22, por otra parte, en la Tabla No. 23. se evidencian las medidas de tendencia central del mismo pretest.

Figura No. 44. *Desarrollo de las actividades propuestas para análisis de aguas.*



Nota: En la figura se evidencia el momento en el cual los estudiantes se encuentran desarrollando las diferentes actividades para analizar una muestra de agua.

La prueba contaba con 1900 puntos posibles, la cual alcanzó un puntaje total de 1284 puntos, el cual se relacionó con su nivel de acierto inicial, el cual fue de **67,58%**, lo que muy probable se asocie con las distintas definiciones que se hallan encontrado a lo largo de su vida tanto cotidiana, como académica dentro y fuera la universidad. Por otro lado, algunos datos estadísticos descriptivos de interés que vale la pena evidenciar son los valores mínimos de acierto y máximos, los cuales fueron 46 % y 82 %. Respectivamente.

Tabla No. 22. Estructura cognitiva inicial del Grupo.

Ítems	Casos																			Total	Acierto %
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19		
1	2	2	4	2	5	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	2	2	2	47	49,47
2	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5	3	4	1	4	5	80	84,21
3	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	88	92,63
4	3	5	2	2	1	3	1	3	3	2	1	5	2	1	3	1	1	3	3	45	47,37
5	3	3	1	5	1	2	2	2	2	5	1	3	1	3	1	1	3	1	4	44	46,32
6	4	4	5	4	5	5	3	4	4	1	4	1	4	4	5	4	4	5	4	74	77,89
7	5	3	5	5	5	1	4	4	3	1	4	1	1	1	1	1	1	5	2	53	55,79
8	3	5	1	3	1	1	3	1	4	1	1	1	4	1	1	4	1	4	4	44	46,32
9	1	3	1	1	1	5	5	3	5	1	1	5	5	1	3	1	3	4	4	53	55,79
10	3	5	4	3	4	4	5	4	5	4	1	4	4	1	1	4	3	5	4	68	71,58
11	4	5	1	5	5	5	5	5	4	5	1	5	5	5	1	4	4	4	4	77	81,05
12	3	3	5	3	3	3	4	2	2	1	1	1	3	3	1	3	5	3	3	52	54,74
13	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	92	96,84
14	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	85	89,47
15	5	5	3	3	2	3	1	2	1	3	1	3	3	1	1	3	1	2	3	46	48,42
16	1	4	1	1	1	4	4	4	5	1	1	4	4	1	1	1	1	5	5	49	51,58
17	3	4	3	5	4	4	4	4	5	1	3	4	4	4	5	5	1	4	3	70	73,68
18	5	5	5	5	4	5	1	5	4	1	1	5	5	5	1	5	5	4	5	76	80,00
19	3	3	5	5	4	3	3	4	4	5	4	3	3	4	1	4	3	4	2	67	70,53
20	4	5	4	5	5	5	1	5	4	1	1	5	4	5	1	5	5	4	5	74	77,89
Total	70	83	68	74	71	71	66	73	77	53	46	69	76	62	49	65	57	77	77	1284	67,58

Nota: En la tabla se muestran los resultados obtenidos y sistematizados de la encuesta

aplicado a los estudiantes como pretest.

Tabla No. 23. Medidas de tendencia central obtenidas en el pretest.

Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda	Puntaje Total	Acierto (%)
10,1451455	102,9239766	46	82	66,7845559	69	71	1284	67,58

Nota: En la tabla se evidencian las medidas de tendencia obtenidas del análisis de la encuesta pretest.

9.4.2 Postest

Por otro lado, una vez concluido las actividades relacionadas con la aplicación de la intervención didáctica con la estrategia de Aprendizaje Basado en Investigación se aplicó nuevamente la encuesta (postest), para así recopilar todos los nuevos saberes obtenidos por grupo. Estos datos se evidencian en la Tabla No. 24, de igual manera se evidencian las medidas de tendencia central del postest por medio de la Tabla No. 25.

Tabla No. 24. Estructura cognitiva final del Grupo.

Ítems	Casos																			Total	Acierto %
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19		
1	2	4	4	2	5	2	3	2	3	2	2	2	4	2	4	4	2	2	2	53	55,79
2	4	4	4	4	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	3	4	3	81	85,26
3	4	5	5	5	5	5	3	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	88	92,63
4	3	5	2	2	3	3	3	3	3	2	5	5	3	3	3	3	3	2	2	58	61,05
5	3	3	5	5	3	3	3	2	2	5	3	3	5	3	4	2	3	2	2	61	64,21
6	4	4	5	4	5	5	3	4	4	3	4	4	4	4	5	5	3	5	5	80	84,21
7	5	3	5	5	5	3	5	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	73	76,84
8	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	5	5	76	80,00
9	3	3	3	4	4	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	81	85,26
10	3	5	3	3	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	3	5	5	79	83,16
11	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	3	5	4	4	4	84	88,42
12	3	4	5	3	3	3	4	4	2	3	4	3	3	3	5	5	5	4	4	70	73,68
13	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	91	95,79
14	5	5	4	4	5	4	3	5	5	4	4	4	5	5	2	4	5	5	5	83	87,37
15	5	5	3	3	2	3	3	2	4	3	4	3	3	3	3	2	4	2	2	59	62,11
16	5	4	3	5	5	5	3	4	5	4	4	4	4	3	5	5	3	5	5	81	85,26
17	3	4	3	5	2	4	4	4	5	4	3	4	2	4	5	4	4	4	4	72	75,79
18	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	3	5	4	5	4	4	5	4	4	84	88,42
19	3	3	5	5	4	4	3	4	4	5	4	3	3	4	4	4	3	4	4	73	76,84
20	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	86	90,53
TOTAL	77	86	81	81	83	77	74	78	81	79	78	79	81	81	85	83	74	78	77	1513	79,63

Nota: En la tabla se muestran los resultados obtenidos y sistematizados de la encuesta

aplicado a los estudiantes como postest.

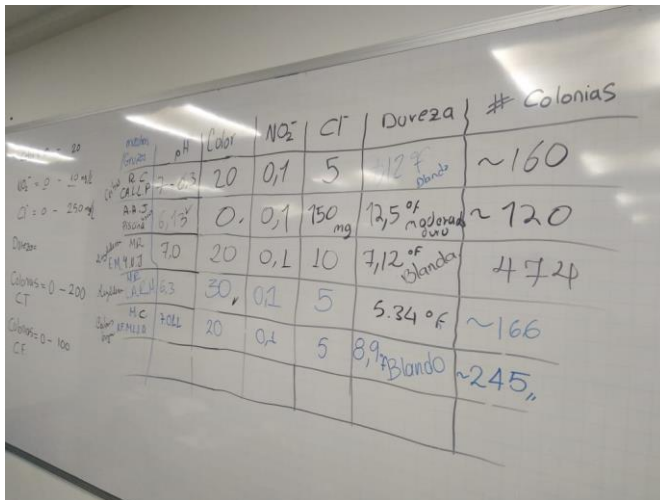
Tabla No. 25. Medidas de tendencia central obtenidas en el postest.

Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda	Puntaje Total	Acierto (%)
3,28651329	10,8011696	74	86	79,5674394	79	81	1513	79

Nota: En la tabla se evidencian las medidas de tendencia obtenidas del análisis de la encuesta postest.

Una vez obtenidos estos datos, se pudo comprobar la estructura cognitiva final a la que llegaron los estudiantes, evidenciando que se logró fortalecerlo, con un nivel de acierto del **79%**, lo que se acentúa con los 1513 puntos alcanzados de los 1900 totales a los que podían llegar. Comparando este valor final frente al porcentaje de acierto inicial, demuestra una diferencia significativa del 12.05 %, este porcentaje es producto del trabajo con la estrategia pedagógica usada Runyon & Haber (1986).

Figura No. 45. Resultados obtenidos por los estudiantes y consignados en el tablero para la posterior socialización.

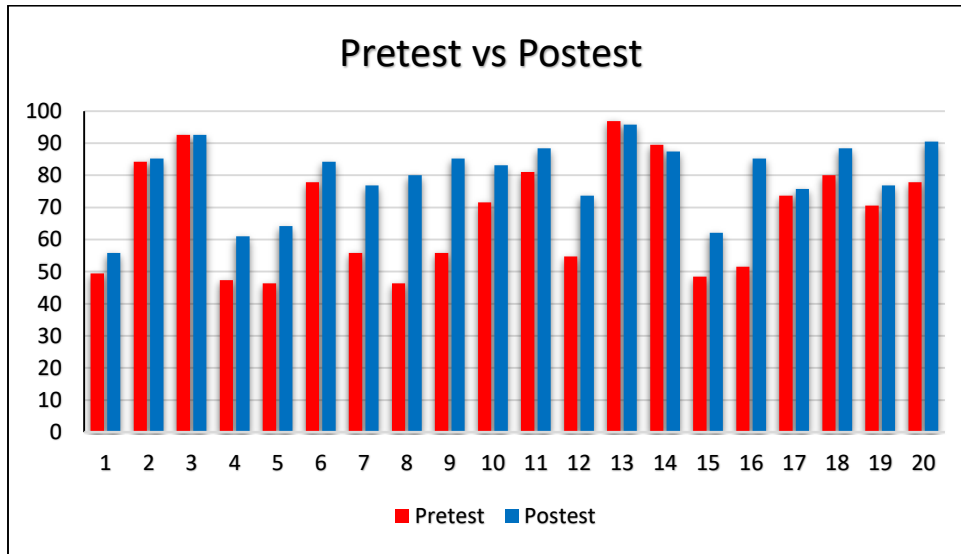


	pH	Color	NO ₂	CF	Dureza	# Colonias
	7.5	20	0,1	5	12,5 Blando	~160
	7.5	0	0,1	150 mg	12,5% moderada	~720
	7.0	20	0,1	10	7,12 Blanda	4724
	6.3	30	0,1	5	5.34 °F	~166
	7.0	20	0,1	5	8,9 Blando	~245

Nota: En la figura se muestra los resultados obtenidos por los estudiantes de todas las pruebas que realizaron para la socialización.

Ahora bien, a partir de los resultados obtenidos en las Tablas No. 22 y 24, se realizó una gráfica comparativa (Figura No. 46), donde se expone las estructuras cognitivas de los estudiantes durante los dos momentos, es decir, antes y después de la intervención didáctica aplicando la estrategia de aprendizaje basado en la investigación.

Figura No. 46. Estructura inicial y final del Grupo.



Nota: En la figura se muestra la comparación de las estructuras cognitivas antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

En la anterior ilustración se evidencia que en la mayoría de ítems se presenta un incremento en los índices de significancia en la definición de conceptos, por lo que a continuación, se desarrolla un análisis detallado, donde por medio de implicaciones estadísticas resaltan la construcción de nuevo conocimiento de acuerdo con la intervención didáctica.

Ítem 1: El trasfondo de este ítem era relacionar el concepto de que el agua es de los recursos naturales más grandes que existe sobre la superficie terrestre con el hecho de que los seres vivos esta constituidos mayormente por la misma, a partir de esto se encontró en los estudiantes un valor de resignificación del 6,32%, esto se valor se obtuvo de la diferencia del pretest (49,47 %) con el posttest (55,79 %), donde se evidencia que la estrategia ayudó un poco a esclarecer las confusiones que tenía los estudiantes con relación al recurso, Urteaga L., (1999).

Ítem 2: Respecto a las concepciones sobre que son los ríos y como nacen se encontró en los estudiantes un valor de resignificación del 1.05 %, el cual se obtuvo por la diferencia entre el

pretest (84,21 %) y el posttest (85,26 %), lo que hace inferir que a lo largo de toda la actividad este concepto no se alteró en gran medida, ya que es muy posible que durante toda su vida académica hayan estado en contacto sobre que un río es una red fluvial de agua la cual atraviesa kilómetros de territorios hasta llegar a un destino mayor a él, Martín Vide, (2006).

Ítem 3: En este ítem como en el anterior, se evidenció que a lo largo de la vida académica y personal de los estudiantes se ha consolidado las concepciones relacionadas al uso del agua por parte de seres humanos, puesto que se encontró que la estructura cognitiva asociada a este tema se mantuvo igual a lo largo de la experiencia, ya que ni aumentó ni disminuyó el porcentaje de acierto, 92,63 %.

Ítem 4: Por medio de la Figura No. 46. Se evidencia un claro incremento de la resignificación en un 13,68%, producto obtenido de la comparación de la encuesta pretest (47,37 %) con el posttest (61,05 %), dando como resultado la veracidad de la eficacia de la interacción del estudiantado con la estrategia de aprendizaje al momento de comprobar y recolectar información relacionada con el material de estudio, puesto que el agua del río Las Ceibas no es la principal fuente hídrica de la ciudad de Neiva pero si en el sentido de abastecerla con agua potable (CAM 2006).

Ítem 5: Este ítem tiene mucha relación con el anterior, puesto que la temática principal era conocer las percepciones de los estudiantes con un río tan importante para sus vidas y fue así como al finalizar la intervención didáctica se comprobó la adquisición de nuevos saberes, esto se evidencia en la resignificancia obtenida, ya que aumentó en un 17,89 %, producto de la obtención de la diferencia entre los resultados del pretest (46,32 %) y el posttest (64,21 %). Reconociendo así que el río Las Ceibas se encuentra constituido por tres zonas diferentes, una zona alta, una zona

media y una zona baja, además que en el desembocan numerosas quebradas a lo largo de su trayectoria (CAM 2006).

Ítem 6: Este ítem trataba de identificar las concepciones de los estudiantes respecto a los usos y competencias de la agricultura en la actualidad, donde para realizar un buen proceso y obtener buenos resultados se debía optar por el uso de sustancias químicas que ayudan a la protección de los productos, pero desfavorecen a la tierra y como daño colateral el agua de los ríos cercanos, a partir de esto se evidenció un incremento en la resignificancia de 6,32 %, resultado obtenido de la diferenciación entre los resultados del pretest (77,89 %) y el postest (84,21 %), comprobando así la eficacia del uso de la estrategia de aprendizaje (Beneyto et al., 1995).

Ítem 7: Por medio de la Figura No. 46. Se evidenció un claro incremento de la resignificación en un 21,05%, producto obtenido de la comparación de la encuesta pretest (55,79 %) con el postest (76,84 %), dando como resultado la veracidad de la eficacia de la interacción del estudiantado con la estrategia de aprendizaje al momento de verificar información relacionada con el material de estudio, puesto que el agua del río las Ceibas nace a una altura mayor a los 3000 metros en una zona conocida como Santa Rosalía y desemboca en el río Magdalena a la altura de la ciudad de Neiva, la cual no se encuentra al nivel del mar, (CAM 2006).

Ítem 8: Este ítem fue desarrollado para comprobar las concepciones de los estudiantes respecto al ámbito social que se vive en la ciudad, dando como resultado un incremento en la resignificación del 33.68 %, valor dado de la diferenciación del pretest (46,32 %) con el postest (80 %), donde se evidencia que la estrategia ayudo a esclarecer las confusiones relacionadas con las diferentes zonas por la cuales se encuentra dividido el rio Las Ceibas, donde la ciudad de Neiva se encuentra en la parte baja, por ende es la más poblada (Alcaldía de Neiva, 2018).

Ítem 9: El presente ítem tiene mucha relación con el anterior ya que el valor de resignificación fue de 29,47%, entre el pretest (55,79 %) con el postest (85,26 %), donde se comprobó que la estrategia tuvo un impacto importante a la hora de esclarecer que en las zonas altas y medias del río Las Ceibas la producción de cultivos más comunes estaban relacionadas con la siembra de bananos y plátanos, además en menor medida los árboles frutales y el café (CAM 2006).

Ítem 10: La escorrentía es un proceso físico que ocurre cuando las aguas lluvias escurren por senderos, montañas o campos hasta llegar a una red fluvial, donde impregna el agua con todo tipo de sustancias que ha arrastrado, lo anterior era la concepción a comprobar en este ítem, donde se obtuvo un índice de resignificación del 11,58%, dato obtenido de la comparación del pretest (71,58 %) con el postest (83,16 %), comprobando claramente la veracidad de la eficacia de la interacción del estudiantado con la estrategia de aprendizaje.

Ítem 11: Por medio de la Figura No. 46. Se evidenció un claro incremento de la resignificación en un 7,37 %, producto obtenido de la comparación de la encuesta pretest (81,05 %) con el postest (88,42 %), dando como resultado la veracidad de la eficacia de la interacción del estudiantado con la estrategia de aprendizaje al momento de consultar información relacionada con las vivencias de las personas que habitan en las zonas altas y medias del río Las Ceibas, puesto que el agua del río las Ceibas, existe la crianza de ganado, cerdos, aves de corral y hasta crianza de animales domésticos (CAM 2006).

Ítem 12: En este ítem el objetivo era evaluar las concepciones relacionadas con el término de los coliformes, caso que al terminar la experiencia se encontró un aumento de la resignificación del 18,94 %, el cual se obtuvo de la comparación de la encuesta pretest (56,74 %) con el postest (73,68 %), concluyendo que la estrategia de aprendizaje ayudo significativamente a conocer que

los coliformes son bacterias que se encuentran comúnmente en los excrementos de todos los seres vivos y que estos son indicadores de la calidad la cual se encuentra el agua, Alfieri, et al., (2004).

Ítem 13: Pese a que de manera global el estudiantado poseía una consolidada estructura cognitiva en relación con este ítem, por medio de la Ilustración No. 46, se pudo identificar un decremento conceptual del **1,05 %** producto de la diferencia del pretest (96,84 %) y el posttest (95,79 %). De esto se puede inferir que ocurrió una pequeña confusión al momento de responder la prueba, puesto que durante toda la experiencia y como se evidencian en los resultados de porcentaje de acierto, los estudiantes tenían claro los elementos de bioseguridad que se deben tener dentro de un laboratorio.

Ítem 14: En esta sección ocurrió algo muy similar al ítem anterior, ya que, aunque los estudiantes poseían una estructura cognitiva clara sobre las concepciones sobre el tema de microbiología, se halló un pequeño decremento conceptual del 2,1 %, resultado de la comparación del pretest (89,47 %) y el posttest (87,37 %). Como autor del presente estudio se pudo determinar que los estudiantes al presentar unos conocimientos previos relacionados al tema, no son capaces de relacionar las diferentes áreas que abarca la microbiología, donde esta abarca a todos los organismos que no se puedan ver a simple vista, Stanier, et al. (1992).

Ítem 15: Este ítem tiene relación con el anterior, ya que trata de evaluar los conceptos básicos que tienen los estudiantes con relación a los materiales que se utilizan comúnmente en un laboratorio de microbiología, a partir de esto se obtuvo un valor del 13,69% de resignificación, obtenido de la comparación del pretest (48,42 %) y del posttest (62,11 %). Validando así la eficacia de la estrategia utilizada al momento de la investigación, donde los estudiantes se encontraban en contacto con estos objetos y se familiarizaron con ellos.

Ítem 16: Por medio de la Figura No. 46. Se evidenció un marcado incremento de la resignificación en un 33,68%, este gran valor fue producto de la comparación del pretest (51,58 %) con el postest (85,26 %), dando como resultado la veracidad de la eficacia de la interacción del estudiantado con la estrategia de aprendizaje durante el desarrollo aplicativo de la técnica analítica de coliformes por medio del procedimiento de filtración por membrana Millipore estéril expuesto en el libro de APHA, AWWA, WPCF., (1992).

Ítem 17: Este ítem evaluó los conceptos relacionados con las implicaciones que tienen en la salud diferentes sustancias químicas que pueden encontrarse en el agua de manera natural o introducidas por el hombre, a partir de esto se halló una resignificación del 2,11 %, el cual se obtuvo de la comparación del pretest (73,68 %) con el postest (75,79 %), dando lugar a suponer que la estrategia didáctica utilizada funcionó y corroboró la información de que la exposición de sustancias químicas que contengan metales pesados u otros elementos en grandes proporciones pueden ocasionar intoxicaciones a los seres vivos, causando así patologías que pueden llevar a la muerte, Ferrer (2003).

Ítem 18: En este ítem se pretendía evaluar si los estudiantes poseían concepciones sobre una técnica que se emplea para recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre sustancias, es decir, sobre pruebas que se utilizan comúnmente para obtener una indicación presuntiva de la presencia o ausencia de determinada sustancia, en conclusión se está hablando de pruebas colorimétricas, donde se encontró un valor de significación de 8,42 % dato obtenido de la comparación del pretest (80 %) con la del postest (88,42 %), lo cual infiere que la estrategia utilizada ayudó un poco a la apropiación de este tema (Aparicio Canela 2017).

Ítem 19: Este ítem tiene relación con el ítem 17, ya que evalúa los conceptos relacionados con las implicaciones que tienen en la salud el consumo de aguas provenientes de quebradas o

veredas sin tratar, lo que dio como resultado una resignificación del 6,31% luego de realizar la comparación del pretest (70,53 %) con el postest (76,84 %), lo que sugiere la eficacia de la aplicación de la estrategia pedagógica al momento de los estudiantes realizar sus consultas sobre los compuestos que pueden llegar a tener las aguas de los ríos y quebradas, además de esto las implicaciones que tiene al momento de consumirlas sin realizar ningún tipo de tratamiento previo, García, et al., (2015).

Ítem 20: En este último ítem se trataba de comprobar si los estudiantes tenían en su conocimiento el contexto social al que vive la ciudad de Neiva respecto al tratamiento y purificación del agua que consume toda la población, dando una resignificancia de 12,64%, resultado de la comparación de los dos momentos, en el pretest con un porcentaje del (77,89 %) y en el postest con (90,53 %), lo cual infiere que la estrategia utilizada ayudó un poco al reconocimiento sobre los límites y objetivos los cuales están sujetos empresas públicas de Neiva.

Concluido esto y revisando los resultados generales, se logró observar y evidenciar que la estructura cognitiva de los estudiantes aumentó en un **12.05 %**, el cual se obtuvo al restar el porcentaje de aciertos del postest (79,63 %) con los resultados de acierto del pretest (67,58 %), a lo que, según Runyon y Haber (1986) una diferencia superior o igual al 5% es suficiente para la aceptación de la hipótesis propuesta sobre la utilización de este tipo de estrategia.

Por otra parte, para obtener una imagen más clara sobre el aumento cognitivo encontrado en el grupo problema, podemos observar la Ilustración No.46. donde solo 2 ítems del estudio presentaron un decremento mínimo en su estructura cognitiva, los cuales se relacionaban con aspectos relacionados con los implementos de bioseguridad que se deben portar al momento de cualquier actividad dentro de un laboratorio, además en los conceptos relacionados con la microbiología, caso que se puede deber a que gran parte de los estudiantes no han visto ese curso.

No obstante, para los 18 ítems restantes mostraron una alta resignificación de hasta el 30%, producto de la estrategia ABI implementada, lo que permitió aumentar la estructura cognitiva de los estudiantes.

Ahora bien, ya con los datos obtenidos de las tablas No. 22 y 24., además de lo consolidado de la Figura No. 46., se procede a comprobar la eficacia real de la estrategia didáctica utilizada en esta investigación. Esta demostración se realiza por medio de una prueba Z, para ello, se utiliza las siguientes ecuaciones, (Martínez, 2012).

$$\delta(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}} \quad (1)$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\delta(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} \quad (2)$$

Una vez identificado esto, lo siguiente es utilizar las Tablas No. 23 y No. 25., donde se emplean los valores calculados de la desviación estándar y media del pretest y postest, por lo que a través de la expresión (1) se tiene que:

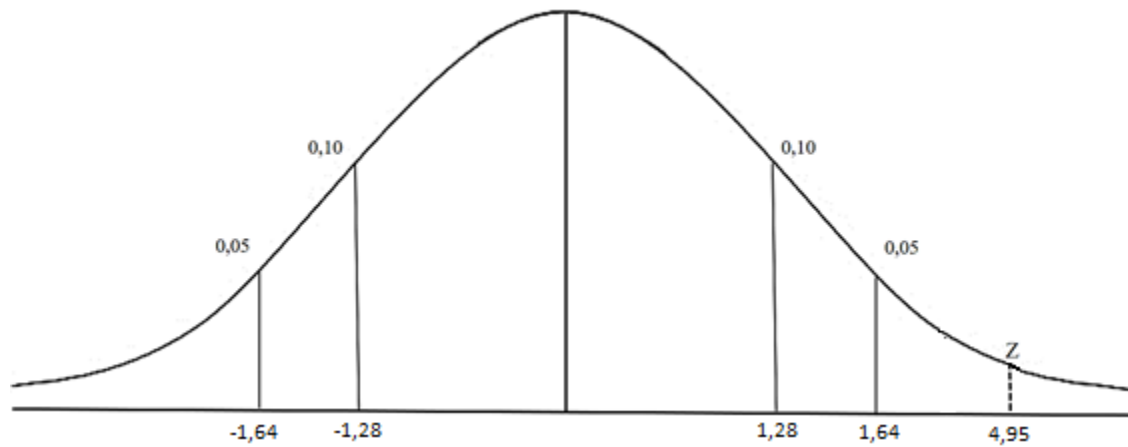
$$\delta(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{10,80}{19} + \frac{102,92}{19}} = 2,43$$

Con el anterior ya desarrollado, se pudo emplear la expresión (2) se procede a calcular el valor Z.

$$Z = \frac{79,63 - 67,58}{2,43} = 4,95$$

Con lo anterior, se procede a ubicar el valor Z obtenido en una curva bilateral, tal como se muestra a continuación en la Ilustración No. 47.

Figura No. 47. Ubicación del valor Z calculado en la curva binomial.



Nota: En la figura se muestra la ubicación donde se debería encontrar el valor de Z en una curva binomial.

A partir de la Figura No. 47., se puede decir que el valor de Z se encuentra localizado en la zona de alta significancia de la curva binomial, hallándose así en un intervalo de confianza menor a 0.10 y 0.05. Retomando el cuarto objetivo específico propuesto en esta investigación, se puede expresar que este valor se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula (H_0) por lo que se acepta la hipótesis alternativa (H_A), en donde se planteó que el aprendizaje basado en investigación permite la adquisición de nuevos conceptos relacionados al análisis de aguas en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana, lo que comprueba que el aprendizaje basado en la investigación (ABI), influye de manera significativa en el aprendizaje de cualquier tipo de concepto que se quiera desarrollar.

10. Conclusiones

El objetivo que incentivo al desarrollo de la presente trabajo fue el de inculcar el aprendizaje de los diferentes análisis químicos y microbiológicos que se pueden desarrollar a una muestra de agua, a partir de esto, el proyecto se construyó con base en la utilización de la estrategia metodológica relacionada con el aprendizaje basado en investigación (ABI), ya que con esta herramienta pedagógica, los estudiantes construyen con mano propia su propio aprendizaje de los conceptos, técnicas y actitudes bajo el interés de aprender haciéndolo.

Por otro lado, respecto al tratamiento de los datos estadísticos obtenidos en los resultados de la encuesta aplicada al inicio y al final de la intervención didáctica, permite a los investigadores comprobar la veracidad del modelo pedagógico basado en la investigación para así lograr el aprendizaje de nuevos conceptos relacionados con el uso y análisis que se puede desarrollar a una muestra de agua en estudiantes del semillero SIQUS de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Huila. Adjunto a esto, cabe recalcar que, en las pruebas de hipótesis, el cálculo de Z dio como resultado (4,95), ubicándola en la zona de alta significancia de la curva binomial, permitiendo así inferir que la estrategia de Aprendizaje Basado en la Investigación facilitó a los estudiantes el aprendizaje de nuevos conceptos.

Ahora bien, respecto al análisis químico realizado se puede decir que, el agua que recorre por las dos zonas de la cuenca del río Las Ceibas hasta llegar a la bocatoma para su tratamiento y distribución en toda la ciudad, cumple con todos los rangos permisibles con respecto a las características fisicoquímicas establecidas en el decreto 1594 de 1984. Capítulo IV, de los criterios de calidad para destinación del recurso. Ya que el agua posee una dureza blanda, una temperatura

que oscila entre los 16 y 22°C, un pH neutro que varía entre 7 y 8, estas características nos revelan la ausencia de agentes contaminantes. En el caso de posibles sustancias contaminantes como los son los aniones de nitritos, cloruros y sulfatos, se encontró que se presentan en una concentración mínima, lo que quiere decir que se encuentra dentro de la cantidad establecida en la normatividad, ocasionando que su consumo sea inocuo.

Uno de los aspectos de mayor interés era la comprobación de la presencia de coliformes totales y fecales que se podía encontrar en el agua en las zonas altas del río que van desde 1000 UFC hasta más de 20000 en algunos puntos, esto nos quiere decir que según la normativa expuesta en el decreto 1594 de 1984. Capítulo IV, este rango se encuentra admisible para el consumo luego de pasar por una planta de tratamiento de aguas. Por último, se puede inferir que las posibles bacterias que se encontraban en las muestras de agua pertenecen al género *Enterobacteriaceae* y son bacilos Gram negativos, estas bacterias son *Escherichia Coli* y *Klebsiella Pneumoniae*.

Referencias

- Acosta, A. (2014). *Territorios en disputa. Despojo capitalista, luchas en defensa de los bienes comunes naturales y alternativas emancipatorias para América Latina*. 1ª ed.- México, D. F.: Bajo Tierra Ediciones, 2014.
- AEMET. (2013). Meteorología y climatología de Navarra. Gobierno de Navarra
- Aguilar Romo, M. (2001). *Análisis de agua- determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas- método de prueba*. México: secretaria de economía.
- Alcalá, J.A., Rodríguez, J.C., Hernández, A, Villarreal, F., Cabrera, A., Beltrán, F.A. y Díaz, P.E. 2014. Heavy metal contamination in sediments of a riparian area in San Luis Potosi, Mexico
- Alcaldía de Neiva. (2018). Información del municipio.
<https://www.alcaldianeiva.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Alfieri A., Silvia J., Ramírez L., Rivera G., y Sanchez M. (2004). Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. Sociedad Venezolana de Microbiología, El Marqués, Caracas – Venezuela.
- Allen, M. E., (2005). MacConkey Agar Plates Protocols. American Society of Microbiology © 2016.
- Álvarez, A., Rubiños Panta, J. E., Reyes, F. G., Alarcón Cabañero, J. J., Hernandez Acosta, E., Ramirez Ayala, C., Mejía Saenz, E., Pedrero Salcedo, F., Nicolas, E., y Salazar Sosa, E.

- (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción. Revista Internacional de BOTANICA EXPERIMENTAL.
- Aparicio Canela, E. G. (2017). Técnicas Colorimétricas. Colegio Libre de Estudios Universitarios, Campus Oaxaca.
- APHA, AWWA, WPCF., (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Edición 17. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Barrientos Y., Suarez C., Ruiz S., Devia B., y Perdomo Y. (2005). Calidad Microbiológica Del Agua Y Riesgo Sanitario De Dos Acueductos Rurales En El Estado Vargas, Venezuela. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas.
- Becton Dickinson GmbH (2013). Instrucciones de uso-Medio en placa listo para su uso. BD Endo Agar. Becton, Dickinson and Company.
- Becton Dickinson GmbH (2008). BBL SIM Médium, Procedimiento de control de calidad. Becton, Dickinson and Company.
- Beneyto M., Gómez L., Herrero M., y Pedreño N. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. 1ra ed. Compobell, S.L. Murcia. Universidad de Alicante.
- Bueno Zabala, K., Pérez Vidal, A., & Torres Lozada, P. (2013). identificación de peligros químicos en cuencas de abastecimiento de agua como instrumento para la evaluación del riesgo. Medellín Colombia: revistas ingenierías universidad de Medellín.
- Britania (2021). Mac Conkey Agar. Laboratorios Britania S.A. Tomado de: [upl_60707267ecda2.pdf \(britanialab.com\)](http://upl_60707267ecda2.pdf(britanialab.com))

- Britania (2021). Agar Nutritivo. Laboratorios Britania S.A. Tomado de: [upl 60707641dee11.pdf](https://upl.60707641dee11.pdf)
britanialab.com
- CAM., (2007). Plan de ordenación y manejo cuenca hidrográfica del río las Ceibas. Resumen ejecutivo 2007.
- Campaña, A. E., y Utreras V. C. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. Laboratorio de Investigación, Análisis y Monitoreo de Quito IAMQ, Secretaría de Ambiente.
- Carrillo, E., & Lozano, A. (2008). Validacion del metodo de deteccion de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar chromocult. Bogota: Pontifica Universidad Javeriana
- Castro Sánchez, M., y Galán Briseño L. M. (2016). Aprendizaje Basado en la Investigación Científica (ABIC), en los estudiantes de L.C.P. del CUCIÉNEGA de la Universidad de Guadalajara. Publicaciones Científicas de la Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia. Maracaibo – Venezuela.
- Chávez Puertas, J. (2002). Caracterización molecular del gen de la β -lactamasa shv-1 en Klebsiella Pneumoniae. [Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona]. [Microsoft Word - Pag prelim2.doc \(tdx.cat\)](#)
- Cohen, R., & Swerdlik, M. (2001). Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas y a la medición (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill.

- Duque Quintero, G.M., Grajales Quintero A., Hahn-vonHessberg, C., Serna Uribe, L. y Toro, D. R. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia. Boletín científico centro de museos, museo de historia natural.
- Espine Guadalupe, J., Robles Amaya, J., Ramírez Calixto, C., & Ramírez Anormaliza, R. (2016). Aprendizaje basado en la investigación: caso UNEMI. *Ciencia UNEMI*, 9(21), 49-57.
- Fernández Olmos, A., García de la Fuente, C., Sáez Nieto, J. A., y Valdezate Ramos, S. (2010).
- Ferrer A. (2003). Intoxicación por metales pesados. Pabellón de Docencia, Recinto Hospital de Navarra.
- Flores López, H., Hernanez Jauregui, A., Vigueroa Viramontes, U., & Castañeda Villanueva, A. (2012). Calidad microbiológica del agua por contaminación difusa de la aplicación de estiércoles en maíz y pasto. *Tecnologías y ciencias del agua*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3535/353531980009.pdf>
- García Ubaque C. A., García Ubaque J. C., y Rodríguez Miranda J. P. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *REVISTA DE SALUD PÚBLICA* · Volumen 18 (5), Octubre 2016.
- Gobernación del Huila, 2017. Identificación del departamento. Tomado de: <https://www.huila.gov.co/publicaciones/144/identificacion-del-departamento>
- Gutiérrez Urbano, M., F., y Sánchez Ortiz, C., A., (2017) Detección y caracterización de *Escherichia coli* patógeno en carne de pollo por reacción en cadena de la polimerasa.

[Tesis para título profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. [Microsoft Word - Caratula pregrado \(core.ac.uk\)](#)

Gualdrón Durán, L., (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. Universidad Libre. Programa de Especialización en Gestión Ambiental

Guarnizo Losada, M., Puentes Luna, O., y Amortegui Cedeño, E. (2015). Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto diversidad vegetal en estudiantes de noveno grado de la institución educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila. *Tecné Episteme y Didaxis*, 31-49.

Hernández Cruz, C., Patiño, P. J., y Torres, P. (2008). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). México, D.F: Editorial McGraw-Hill Interamericana.

LABG&M., (2021). Agar nutritivo. Microgen Ltda. Microbiología y Genética Ltda. [Microgen Ltda. Proveedores para Laboratorios de Microbiología y Genética](#)

Lamenca, M. B. (1970). Curso de Microbiología de Suelos. Costa Rica: Biblioteca Conmemorativa Orton.

Lima, L., Olivares S., Isaida Columbie, I., Mederos, D. y Reinaldo, R. (2005). Niveles de plomo, zinc, cadmio y cobre en el río Almendares, ciudad habana, cuba. *Revista*

Internacional de Contaminación Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México
México

Livio, G., (2006). *Encuestas: Elementos para su diseño y análisis*. Edición 1. Córdoba:
Encuentro Grupo Editor, 2006. Pp, 13 y 14.

Lopardo, H. A., Gobet, L. M., Viegas Caetano, J. A., Moviglia, A. M., Vigliarolo, L., y Suarez,
M. (2016). *Introducción a la microbiología clínica*. 1ª edición adaptada, editorial de la
Universidad de la Plata. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

MacFaddin, J. F., (2000). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de
importancia clínica*. 1ra ed. Editorial Medica Panamericana.

Mancilla, O.R., Fregoso, B.I., Hueso, E.J., Guevara, R.D., Palomera, C., López, J.L., Ortega,
H.M., Medina, E.D., y Flores, H. (2017). *Concentración iónica y Metales Pesados en el
agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Armería-Tuxcacuesco*. Tomado de:
<https://www.researchgate.net/publication/322967068>

Martin Vide, J. P., (2006). *Ingeniería de ríos*. 2da ed. Edicions de la Universitat Politècnica de
Catalunya (UPC), SL. Barcelona.

Martínez A. y García A., (2019). *Vertientes hidrográficas de Colombia*. Corporación Autónoma
regional para el desarrollo sostenible del Choco, Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Martínez Vidal, J. L., González Rodríguez, M. J., Belmonte Vega, A. y Garrido Frenich, A.
(2004). *Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia
de Almería*. Dpto. Química Analítica, Universidad de Almería. Edificio de Química,
04120 Almería, España.

Martinez, E. J., (2018). Introducción al mundo de la Microbiología. Tema 4, clasificación de los medios de cultivo. Universidad de Malaga.

Meyer, J. L., Strayer, D. L., Wallace, J. B., Eggert, S. L., Helfman, G. S., & Leonard, N. E., (2007). The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. Pag. 23.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013). Cuencas Objeto de Planificación Estratégica (Áreas Hidrográficas).

Ministerio de la Protección Social. (2007). Resolución 2115. 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. Bogotá: Ministerio de Protección social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Miranda Rosas, G. A., y Pérez Ávila, R. (2015). Manual de prácticas de laboratorio, microbiología ambiental. Instituto Técnico de Orizaba. Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

Molina Cabrera, E., Hernández Garciadiego, L., Gómez Ruiz, H., y Cañizares Macías, M. (2003). *Determinación de nitratos y nitritos en agua. comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar.* Universidad Autónoma de México, Departamento de química analítica, Facultad de Química. México: Revista de la sociedad Química de México.

Mora López, A. M., Morales Loaiza, A. y Valderrama Córdoba Y. A. (2019). Aprendizaje sobre el Aislamiento e Identificación de Metabolitos Secundarios del Helecho *Eupodium pittieri* a través del Modelo Investigativo, en Estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana. Universidad Surcolombiana, Facultad de Educación.

Moreno Romero, F. (2010). Determinación de cloruros en aguas corrientes y aguas minerales naturales por el método de Mohr . Villanueva del Arzobispo, Jaén (España).

Murcia Rodríguez, M. y Ochoa Reyes, M. (2017). Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI) como potencializador del estudio fisiológico de especies agrícolas y arbóreas del bosque Alto Andino, Colombia. *Internacional de aprendizaje en ciencia, matemática y tecnología*, 4(2), 9-16.

Narváez Chamorro, L. E., Rivera Ardila, M. L. y Tello Ruiz, L. F. (2017). Calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana. Universidad Surcolombiana, Facultad de Educación.

Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (2013). Metodos recomendados para la identificación y el análisis de las piperozinas en los materiales incautados. editorial: Sección de Servicios en inglés, Publicaciones y Biblioteca, Oficina de las Naciones Unidas en Viena

Robert Pulles, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. CENIC, 25-36.

Rodríguez Aguilar, B.A., Martínez Rivera, L.M., Peregrina Lucano, A.A., Ortiz Arrona, C.I., y Cárdenas Hernández, O.G. 2019. *Análisis de residuos de plaguicidas en el agua*

superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara.

Rodríguez Martínez, C. y Zhurbenko, R., (2018). Manual de medios de cultivo. Cuarta edición. Centro Nacional de Biopreparados. Pp, 11, 12 y 13.

Rodríguez Ruiz, P. (2001). Abastecimiento de agua. Instituto tecnológico de Oaxaca, Departamento de ciencias de la tierra.

Rodríguez Sandoval, E., y Cortés Rodríguez, M. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica "Aprendizaje basado en proyecto": percepción de los estudiantes. *Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP,, 15(1)*, 143- 158.

Runyon, R., y Haber, A. (1986). *Estadística para las ciencias sociales*. México: Adisson Wesley Iberoamericana.

Sardiñas, O., Chiroles, S., Fernández, M., Hernández, Y., y Pérez, A. (2006). Evaluación Físicoquímica y microbiológica del agua de la presa El Cacao. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 202-206.

Severiche, C., y González, H. (2012). Evaluacion Analitica para la determinacion de sulfatos en aguas por metodo turbidimetrico modificado. *Ing. USBMed*, 6-11.

Sierra Ramírez, C. A. (2011). Calidad del agua: Evaluacion y diagnóstico.

Sitoe M.D., Moiane G.S. y Siteo C.C. 2017. Exposição dos agricultores do Posto Administrativo de Chaimiteaos pesticidas agrícolas.

Silva, E., Ortiz, J. E., Murillo, C., Nava, G., Cárdenas O., Peralta A., Paredes, M., Piñeros, K., Otálora, A. (2007). Estudio de Caracterización de la Calidad Microbiológica y Físicoquímica del Agua Utilizada en la Industria de Alimentos, Colombia 2007. Scielo.

Stanier R. Y., Ingraham J. L., Wheelis M. L., y Painter P. R. (1992). *Microbiología*. 2da ed. Editorial Reverté, S.A.

TecMed (2018). Microbiología Clínica I. Pruebas bioquímicas de identificación: Familia Enterobacteriaceae. Universidad de la Concepción.

Tevés Aguirre, B. M., (2016). Estudio físicoquímico de la calidad del agua del río Caca, región Lima. Pontificia universidad católica del Perú, Escuela de posgrado.

Toledo, A., 2002. El agua en México y en el mundo. Dirección general de investigación de ordenamiento ecológico y conservación de los ecosistemas de INE.

Urteaga, L., 1999. Sobre la noción de “recurso natural”. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Barcelona.

Vitoria, I., Maraver, F., Sánchez-Valverde, F., & Armijo, F. (2015). Contenido en nitratos de aguas de consumo público españolas. *Gaceta Sanitaria*, 29(3), 217–220.

Anexos

Anexo No. 1: Formato de cuestionario #1

FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CUENCA EL RÍO LAS CEIBAS

INVESTIGADORES: Andrés Ronaldo Bahamón Useche, Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez, Lic. Yeimis Johana Montealegre

Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado, para recibir el título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadores está interesado en conocer las opiniones, conocimientos y concepciones que poseen la comunidad aledaña al Rio las Ceibas, sobre la calidad del agua del afluente.

Objetivo General: Estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río las Ceibas que consume la población de Neiva.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y selecciona la respuesta que más se refleje con lo que piensas. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buena o mala. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

Nombre: _____ **Edad:** _____

Lugar de residencia: _____ **Ocupación:** _____

1. ¿Señale el número de personas que habitan en su hogar?

- a) 1 _____
- b) 2 _____
- c) 3 _____
- d) 4 _____
- e) 5 o más personas _____

2. ¿Indique el tiempo que lleva residiendo en la zona?

- a) Menos de 1 año _____

- b) 1 año _____
- c) 2 años _____
- d) 3 años _____
- e) 4 años _____
- f) 5 años o más _____

3. Señale el estado en el que se encuentra el sistema de acueducto y alcantarillado en su zona:

- a) Excelente estado _____
- b) Estado regular _____
- c) Deficiente _____
- d) No sabe/No responde _____
- e) No tiene acueducto _____

4. Si su respuesta a la pregunta 3 fue la (e), señale las fuentes de abastecimiento de agua:

- a) Agua lluvia _____
- b) La Cuenca del Río Las Ceibas _____
- c) Acuíferos o nacederos _____
- d) Aljibes. _____
- e) No sabe/No responde _____
- f) Otros, ¿Cuáles? _____

Si su respuesta a la pregunta anterior fue la (b), conteste las preguntas 5 y 6.

5. Señales los utensilios que emplea para trasportar el agua, hasta su vivienda:

- a) Canecas y/o bidones _____
- b) Bombas hidráulicas _____
- c) Mangueras _____
- d) No sabe/No responde _____
- e) Otros, ¿Cuáles? _____

6. Señale el uso o los usos que le da al agua del Río “Las Ceibas”

- a) Consumo _____
- b) Aseo personal _____
- c) Limpieza del hogar _____
- d) Riego de cultivo _____
- e) Riego de jardines _____
- f) Bebederos de animales _____
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

7. Valore la calidad del agua que consume en su hogar.

- a. Excelente estado _____
- b. Estado regular _____
- c. Estado deficiente _____

8. Los residuos sólidos inorgánicos son aquellos materiales, sustancias y desechos que no son parte de un ser vivo o de origen biológico, sino de origen artificial, industrializado y no natural. Es decir, Plásticos, papeles, cartones, vidrios, metales, cerámicas, maderas, ropas. A partir de esta información, indique la manera como realiza el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos que genera

- a) Quemados _____
- b) Enterrados _____
- c) Reutilizados _____
- d) Enviados a un relleno sanitario _____
- e) Arrojadados al rio Las Ceibas _____
- f) Otros, ¿Cuáles? _____

9. Los residuos sólidos orgánicos son todos los elementos que son desechos de origen animal y/o vegetal. Estos residuos tienen la capacidad de degradarse rápidamente. A partir de esta información, seleccione los métodos con los cuales son aprovechados los residuos sólidos orgánicos que genera:

- a) Para compost _____
- b) En biodigestores _____
- c) Enterrados _____
- d) Enviados a un relleno sanitario _____
- e) Los arroja al rio Las Ceibas _____
- f) Otros ¿Cuáles? _____

10. Especifique el tipo de animales que se encuentran habitando la zona:

- a) Domésticos _____
- b) Bovinos _____
- c) Porcinos _____
- d) Aves de corral _____
- e) Apiarios _____
- f) No sabe/ No responde _____
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

11. Seleccione el método o los métodos que emplea para darle el tratamiento a los desechos que generan los animales de su residencia:

- a) Quemados _____
- b) Enterrados _____
- c) Reutilizados _____
- d) Enviados a un relleno sanitario _____
- e) Los arroja al río Las Ceibas _____
- f) Otros ¿Cuáles? _____

12. Señale el tipo o los tipos de cultivos que se encuentran distribuidos en cercanías a su sitio de residencia

- a) Café _____
- b) Cacao _____
- c) Arroz _____
- d) Banano _____
- e) Plátano _____
- f) No tiene cultivos _____
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

Si su respuesta a la pregunta anterior fue cada una de las alternativas a excepción de la (f), responda la pregunta 12.

13. Indique el tipo o los tipos de pesticidas que emplea para la protección de los cultivos

- a) Organoclorados _____
- b) Organofosforados _____
- c) Piretroides _____
- d) Carbamatos _____
- Otros, ¿Cuáles? _____

Anexo No. 2: Plan de evaluación para el cuestionario.

La elaboración de este instrumento se hizo con el fin de conocer y familiarizar el contexto histórico al cual es sometido el río Las Ceibas en la actualidad, para ello, los conceptos de las preguntas se basan en los usos, el tratamiento, el ambiente y sobre todo métodos de contaminación que directa o indirectamente pueden llegar a las aguas del río.

De esta manera, el instrumento contó con un total de trece preguntas de selección múltiple, las cuales se pusieron a consideración del juicio de cuatro expertos, tomando en cuenta que durante su formación han estado en contacto en el campo de la química, más exactamente a la química analítica, así como también a la asociación a la Enseñanza de las Ciencias Naturales, entre otra línea afine al tema. Esta se hizo con el fin de favorecer la estadística en la determinación de la Razón de Validez de Contenido (CRV), la cual está descrita en la metodología planteada por Cohen y Swerdlik (2001), pág. 188. Los resultados se encuentran señalados en la Tabla No. 28.

Por consiguiente, se elaboró y se envió el formato de validez del instrumento de investigación para el desarrollo del juicio de cada experto, donde los especialistas consolidan sus observaciones de manera tanto cualitativa como cuantitativas por medio de la valoración de cada ítem, otorgando un valor numérico de 1 si se considera que cumple con los objetivos propuestos y en el caso contrario cero 0, al igual que la consistencia de la prueba con un valor total de 20 puntos distribuidos uniformemente en cuatro criterios de validez.

Tabla No. 26. *Profesionales expertos que participaron en la validación del instrumento*

Expertos	Mención	Estudios
Jeison Herley Rosero Toro	Lic. en Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Magister en Ciencias Ambientales
Juan Carlos Valenzuela Rojas	Lic. en Educación Básica con Enfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Mg. Ciencias Biológicas
Nina María Sánchez Ramírez	Lic. Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Mg. Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
Luis Javier Narváez Zamora	Lic. en Biología y Química	Magister en Educación.

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLES: Andrés Ronaldo Bahamón Useche, Maudy Catherine Córdoba Garzón, Yaneris María Silva Gómez, Maestros en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez, Lic. Yeimis Johana Montealegre

El objetivo general de este trabajo es estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río “Las Ceibas” que consume la población de Neiva, para ello se debe obtener información de las personas que habitan en las cercanías de la Cuenca (parte alta, media y baja), sobre posibles contaminantes que llegan al río, usos del agua por parte de la población, animales y cultivos que se encuentran aledaños y tratamiento de los desechos, etc.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas, las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla No. 1, escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

➤ Evaluador 1: Jeison Herley Rosero Toro

Tabla No. 27. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 1.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	0	Al momento de ejecutar la entrevista dar un poco de contexto al participante, venían con preguntas relacionadas al alcantarillado y de pronto pasan a temas de residuos sólidos. Lo otro, estar preparados por si el participante no conoce el significado de inorgánico, de tal manera puedan dar ejemplos o una explicación más sencilla a la pregunta.
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 28. *Consistencia de la prueba para evaluador 1.*

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			Las preguntas son correctas, tal vez revisar la posibilidad de incluir algún ítem sobre la valoración de calidad del agua que le da el usuario, tal vez, para la persona es buena, mala, ha evidenciado que se enferma al consumirla, etc.
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X		Es clara y precisa. Al momento de ejecutarla dar un contexto al entrevistado, sobre todo en los cambios de temáticas.
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Resultado parcial					19		
Total					19		

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular ___
- De 12 a 14: No valido, Modificar ___
- De 15 a 17: Valido, Mejorar ___
- De 18 a 20: Valido, aplicar X

Jeison Herley Rosero T.

Nombre: Jeison Herley Rosero Toro

Grado académico: magister en Ciencias Ambientales

Institución educativa donde laboro: Universidad Surcolombiana

➤ Evaluador 2: Juan Carlos Valenzuela Rojas

Tabla No. 29. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 2

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 30. Consistencia de la prueba para evaluador 2.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Resultado parcial					20		
Total					20		

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular ___
- De 12 a 14: No valido, Modificar ___
- De 15 a 17: Valido, Mejorar ___
- De 18 a 20: Valido, aplicar X

 Juan Carlos Valenzuela Rojas

Nombre: Juan Carlos Valenzuela Rojas

Grado académico: MsC. Ciencias Biológicas

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

➤ Evaluador 3: Nina María Sánchez Ramírez

Tabla No. 31. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 3.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	0	Se recomienda incluir elementos que permitan identificar la percepción que tienen los pobladores de la calidad del agua al consumirla.
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 32. Consistencia de la prueba para evaluador 3.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X		El cuestionario considera elementos poblacionales de la zona aledaña de la captura del agua, almacenamiento, otros	Desde el abordaje químico y microbiológico del agua, sería importante incluir aspectos relacionados en cómo los consumidores perciben características del agua como turbidez, color, sabor, suministro o enfermedades digestivas,
Validez de criterio metodológico					X	Considera escalas de medición a nivel nominal y ordinal, por lo que se entendería que la metodología se sitúa desde el paradigma cuantitativo.	En las gradientes de las categorías ordinales del ítem 3 se suele utilizar 5 niveles, por ejemplo, Muy adecuado (5), adecuado (4), normal (3), poco adecuado (2), muy poco adecuado (1).
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X	La calidad del agua para el consumo humano de los habitantes de Neiva (estudios químicos y microbiológico),	Sugiero en el ítem 3 incluir algunos elementos que orienten al encuestado a valorar el nivel de estado del sistema de acueducto
Presentación y formalidad del instrumento				X		El cuestionario reúne elementos de contenido y metodología acorde al objetivo del estudio	Tener presente congruencia de las categorías de análisis (cuantitativo-variables) para los análisis posteriores.
Resultado parcial				X	X		
Total						18	

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular
- De 12 a 14: No valido, Modificar
- De 15 a 17: Valido, Mejorar
- De 18 a 20: Valido, aplicar X

 Nina M. Sánchez

Nina María Sánchez Ramírez

Mg. Docencia de la Química-Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Lic. Química-Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Docente Catedrática de la Universidad Surcolombiana

<http://orcid.org/0000-0003-2751-9999>

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=000

[0089742](#)

➤ Evaluador 4: Luis Javier Narváez Zamora

Tabla No. 33. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 4.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 34. Consistencia de la prueba para evaluador 4.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X		

Presentación y formalidad del instrumento					X	
Resultado parcial					20	
Total					20	

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular
- De 12 a 14: No valido, Modificar
- De 15 a 17: Valido, Mejorar
- De 18 a 20: Valido, aplicar

Luis Javier Narváez Zamora

Nombre: Luis Javier Narváez Zamora

Grado académico: MsC. Ciencias Biológicas

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

Ahora bien, a partir de la valoración de los ítems por parte de los especialistas se permitió obtener una Razón de Validez de Contenido (CRV= 0,923)

Tabla No. 35. Razón de validez de contenido (CRV).

Expertos \ Items	E. 1.	E. 2.	E. 3.	E. 4.	CRV
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	0,5
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	0,5
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1

13	1	1	1	1	1
CRV	0,84615385	1	0,84615385	1	0,923

De igual manera, con las tablas de la consistencia de la prueba hecha por los expertos aprobó convalidar la aplicación del instrumento en la población, esto se muestra en la Tabla No. 29. Donde a partir de la puntuación obtenida dispone o no a los investigadores a realizar modificaciones o mejoras para la aplicación del instrumento que se encuentre en el rango de 18 a 20 puntos (Cohen & Swerdlik, 2001).

Tabla No. 36. *Consistencia del instrumento de investigación.*

Criterio de validez	Puntuación de expertos				Media
	E. 1.	E. 2.	E. 3.	E. 4.	
Validez de contenido	4	5	4	5	4,5
Validez de criterio metodológico	5	5	5	5	5
Validez de intención y objetividad en la medición y observación	5	5	5	5	5
Presentación y formalidad del instrumento	5	5	4	5	4,75
Total	19	20	18	20	19,3
Media	4,75	5	4,5	5	4,8

Anexo No. 3: Evidencia

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CUENCA EL RÍO LAS CEIBAS

INVESTIGADORES: Andrés Ronaldo Bahamón Useche, Maudy Catherine Córdoba Garzón, Yaneris María Silva Gómez, Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez, Lic. Yeimis Johana Montealegre

Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado, para recibir el título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadores está interesado en conocer las opiniones, conocimientos y concepciones que poseen la comunidad aledaña al Río las Ceibas, sobre la calidad del agua del afluente.

Objetivo General: Estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río las Ceibas que consume la población de Neiva.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y selecciona la respuesta que más se refleje con lo que piensa. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buena o mala. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

Nombre: Johan Leonardo Cuchimba **Edad:** 15
Lugar de residencia: Flora Rica **Ocupación:** Comerciante

- ¿Señale el número de personas que habitan en su hogar?

a) 1	___
b) 2	___
c) 3	<input checked="" type="checkbox"/>
d) 4	___
e) 5 o más personas	___
- ¿Indique el tiempo que lleva residiendo en la zona?

a) Menos de 1 año	___
b) 1 año	___
c) 2 años	___
d) 3 años	___
e) 4 años	___
f) 5 años o más	<input checked="" type="checkbox"/>
- Señale el estado en el que se encuentra el sistema de acueducto y alcantarillado en su zona:

a) Excelente estado	___
b) Estado regular	___
c) Deficiente	___
d) No sabe/No responde	___
e) No tiene acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
- Si su respuesta a la pregunta 3 fue la (e), señale las fuentes de abastecimiento de agua.

a) Agua lluvia	___
b) La Cuenca del Río Las Ceibas	___
c) Acuíferos o nacederos	___
d) Aljibes	___
e) No sabe/No responde	___
f) Otros. ¿Cuáles? <u>Quebrada</u>	___
- Si su respuesta a la pregunta anterior fue la (b), conteste las preguntas 5 y 6.

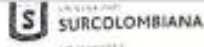
a) Canecas y/o bidones	___
b) Bombas hidráulicas	___
c) Mangueras	<input checked="" type="checkbox"/>
d) No sabe/No responde	___
e) Otros. ¿Cuáles? _____	___
- Señale los utensilios que emplea para transportar el agua, hasta su vivienda.

a) Canecas y/o bidones	___
b) Bombas hidráulicas	___
c) Mangueras	<input checked="" type="checkbox"/>
d) No sabe/No responde	___
e) Otros. ¿Cuáles? _____	___

Gestión, Participación y Rendición

Escuela con Calidad

Sede Central - Av. Pastora Borrero Cra. 5a.
 P.O. BOX 891180 - NEIVA - Tol. 89000 - (81) 252 4124
 Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 29 40
 FAX: (81) 252 873388 - Línea Gratuita Nacional: 01 8000 96700
 e@univsurcolombiana.edu.co
 www.univsurcolombiana.edu.co



6. Señale el uso o los usos que le da al agua del Río "Las Ceibas"

- a) Consumo
- b) Aseo personal
- c) Limpieza del hogar
- d) Riego de cultivo
- e) Riego de jardines
- f) Bebederos de animales
- g) Otros. ¿Cuáles? _____

7. Valore la calidad del agua que consume en su hogar.

- a. Excelente estado
- b. Estado regular
- c. Estado deficiente

8. Los residuos sólidos inorgánicos son aquellos materiales, sustancias y desechos que no son parte de un ser vivo o de origen biológico, sino de origen artificial, industrializado y no natural. Es decir, Plásticos, papeles, cartones, vidrios, metales, cerámicas, maderas, ropas. A partir de esta información, indique la manera como realiza el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos que genera

- a) Quemados
- b) Enterrados
- c) Reutilizados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Arrojadados al río Las Ceibas
- f) Otros. ¿Cuáles? _____

9. Los residuos sólidos orgánicos son todos los elementos que son desechos de origen animal y/o vegetal. Estos residuos tienen la capacidad de degradarse rápidamente. A partir de esta información, seleccione los métodos con los cuales son aprovechados los residuos sólidos orgánicos que genera:

- a) Para compost
- b) En biodigestores
- c) Enterrados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Los arroja al río Las Ceibas
- f) Otros. ¿Cuáles? _____

10. Especifique el tipo de animales que se encuentran habitando la zona:

- a) Domésticos
- b) Bovinos
- c) Porcinos
- d) Aves de corral
- e) Apícolas
- f) No sabe/ No responde
- g) Otros. ¿Cuáles? _____

11. Seleccione el método o los métodos que emplea para darle el tratamiento a los desechos que generan los animales de su residencia:

- a) Quemados
- b) Enterrados
- c) Reutilizados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Los arroja al río Las Ceibas
- f) Otros. ¿Cuáles? _____

12. Señale el tipo o los tipos de cultivos que se encuentran distribuidos en cercanías a su sitio de residencia

- a) Café
- b) Cacao
- c) Arroz
- d) Banano
- e) Plátano
- f) No tiene cultivos
- g) Otros. ¿Cuáles? caña

Si su respuesta a la pregunta anterior fue cada una de las alternativas a excepción de la (f), responda la pregunta 12.

13. Indique el tipo o los tipos de pesticidas que emplea para la protección de los cultivos

- a) Organoclorados
- b) Organofosforados
- c) Piretroides
- d) Carbamatos
- e) Otros. ¿Cuáles? No sabe pero si utilizan.



FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CUENCA EL RÍO LAS CEIBAS

INVESTIGADORES: Andrés Ronaldo Bahamón Usache, Mandy Catherine Córdoba González, Yaseris María Silva Gómez, Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez, Lic. Yelmis Johana Monteslegre

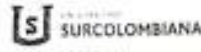
Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado, para recibir el título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadores está interesado en conocer las opiniones, conocimientos y concepciones que poseen la comunidad aledaña al Río las Ceibas, sobre la calidad del agua del afluente.

Objetivo General: Estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río las Ceibas que consume la población de Neiva.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y seleccione la respuesta que más se refleje con lo que piensa. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buena o mala. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

Nombre: Oscar Javier Rojas Edad: 27
Lugar de residencia: _____ Ocupación: Varios

- ¿ Señale el número de personas que habitan en su hogar?
 - a) 1 _____
 - b) 2 _____
 - c) 3 _____
 - d) 4 _____
 - e) 5 o más personas
- ¿ Indique el tiempo que lleva residiendo en la zona?
 - a) Menos de 1 año _____
 - b) 1 año _____
 - c) 2 años _____
 - d) 3 años _____
 - e) 4 años _____
 - f) 5 años o más
- Señale el estado en el que se encuentra el sistema de acueducto y alcantarillado en su zona:
 - a) Excelente estado _____
 - b) Estado regular
 - c) Deficiente _____
 - d) No sabe/No responde _____
 - e) No tiene acueducto _____
- Si su respuesta a la pregunta 3 fue la (e), señale las fuentes de abastecimiento de agua:
 - a) Agua lluvia _____
 - b) La Cuenca del Río Las Ceibas _____
 - c) Acuíferos o nacimientos _____
 - d) Aljibes _____
 - e) No sabe/No responde _____
 - f) Otros, ¿Cuáles? Guatras _____
- Si su respuesta a la pregunta anterior fue la (b), conteste las preguntas 5 y 6.
 - 5. Señale los utensilios que emplea para transportar el agua, hasta su vivienda:
 - a) Canecas y/o bidones _____
 - b) Bombas hidráulicas _____
 - c) Mangueras
 - d) No sabe/No responde _____
 - e) Otros, ¿Cuáles? _____



6. Señale el uso o los usos que le da al agua del Río "Las Ceibas"

- a) Consumo
- b) Aseo personal
- c) Limpieza del hogar
- d) Riego de cultivo
- e) Riego de jardines
- f) Bebederos de animales
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

7. Valore la calidad del agua que consume en su hogar.

- a. Excelente estado
- b. Estado regular
- c. Estado deficiente

8. Los residuos sólidos inorgánicos son aquellos materiales, sustancias y desechos que no son parte de un ser vivo o de origen biológico, sino de origen artificial, industrializado y no natural. Es decir, plásticos, papeles, cartones, vidrios, metales, cerámicas, maderas, ropas. A partir de esta información, indique la manera como realiza el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos que genera

- a) Quemados
- b) Enterrados
- c) Reutilizados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Arroja al río Las Ceibas
- f) Otros, ¿Cuáles? 3 _____

9. Los residuos sólidos orgánicos son todos los elementos que son desechos de origen animal y/o vegetal. Estos residuos tienen la capacidad de degradarse rápidamente. A partir de esta información, seleccione los métodos con los cuales son aprovechados los residuos sólidos orgánicos que genera:

- a) Para compost
- b) En biodigestores
- c) Enterrados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Los arroja al río Las Ceibas
- f) Otros, ¿Cuáles? _____



10. Especifique el tipo de animales que se encuentran habitando la zona:

- a) Domésticos
- b) Bovinos
- c) Porcinos
- d) Aves de corral
- e) Apícolas
- f) No sabe/ No responde
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

11. Seleccione el método o los métodos que emplea para darle el tratamiento a los desechos que generan los animales de su residencia:

- a) Quemados
- b) Enterrados
- c) Reutilizados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Los arroja al río Las Ceibas
- f) Otros, ¿Cuáles? _____

12. Señale el tipo o los tipos de cultivos que se encuentran distribuidos en cercanías a su sitio de residencia

- a) Café
- b) Cacao
- c) Arroz
- d) Banano
- e) Plátano
- f) No tiene cultivos
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

Si su respuesta a la pregunta anterior fue cada una de las alternativas a excepción de la (f), responda la pregunta 12.

13. Indique el tipo o los tipos de pesticidas que emplea para la protección de los cultivos

- a) Organoclorados
- b) Organofosforados
- c) piretroides
- d) Carbamatos
- e) Otros, ¿Cuáles? NO _____

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CUENCA EL RÍO LAS CEJIBAS

INVESTIGADORES: Andrés Román Bahamón Useché, Maudy Catherine Córdoba Garzón, Yancris María Silva Gómez, Ph.D, Jhon Freddy Castañeda Gómez, Lic. Verónica Johana Montecollette

Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado, para recibir el título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadores está interesado en conocer las opiniones, conocimientos y concepciones que posee la comunidad aledaña al Río las Cejibas, sobre la calidad del agua del afluente.

Objetivo General: Estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río las Cejibas que consume la población de Neiva.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y seleccione la respuesta que más se refleje con lo que piensa. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buena o mala. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

Nombre: Alfonso Torres Edad: 33
 Lugar de residencia: Vereda Los Coqueles Ocupación: Perro de Pasto

- | | |
|--|--|
| <p>1. Señale el número de personas que habitan en su hogar?</p> <p>a) 1 <input type="checkbox"/></p> <p>b) 2 <input type="checkbox"/></p> <p>c) 3 <input type="checkbox"/></p> <p>d) 4 <input type="checkbox"/></p> <p>e) 5 o más personas <input checked="" type="checkbox"/></p> | <p>4. Si su respuesta a la pregunta 3 fue la (e), señale las fuentes de abastecimiento de agua:</p> <p>a) Agua lluvia <input type="checkbox"/></p> <p>b) La Cuenca del Río Las Cejibas <input type="checkbox"/></p> <p>c) Acuíferos o nacederos <input type="checkbox"/></p> <p>d) Aljibes <input type="checkbox"/></p> <p>e) No sabe/No responde <input type="checkbox"/></p> <p>f) Otros, ¿Cuáles? <input type="text"/></p> |
| <p>2. Indique el tiempo que lleva residiendo en la zona?</p> <p>a) Menos de 1 año <input type="checkbox"/></p> <p>b) 1 año <input type="checkbox"/></p> <p>c) 2 años <input type="checkbox"/></p> <p>d) 3 años <input type="checkbox"/></p> <p>e) 4 años <input type="checkbox"/></p> <p>f) 5 años o más <input checked="" type="checkbox"/></p> | <p>Si su respuesta a la pregunta anterior fue la (b), conteste las preguntas 5 y 6.</p> <p>5. Señale los utensilios que emplea para transportar el agua, hasta su vivienda:</p> <p>a) Canecas y/o bidones <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>b) Bombas hidráulicas <input type="checkbox"/></p> <p>c) Mangueras <input type="checkbox"/></p> <p>d) No sabe/No responde <input type="checkbox"/></p> <p>e) Otros, ¿Cuáles? <input type="text"/></p> |
| <p>3. Señale el estado en el que se encuentra el sistema de acueducto y alcantarillado en su zona:</p> <p>a) Excelente estado <input type="checkbox"/></p> <p>b) Estado regular <input type="checkbox"/></p> <p>c) Deficiente <input type="checkbox"/></p> <p>d) No sabe/No responde <input type="checkbox"/></p> <p>e) No tiene acueducto <input checked="" type="checkbox"/></p> | |

Unión Central - 400 Páramo Barro Colorado
 Tel: (57) 312 275 4211 FAX: (57) 312 275 4211
 Calle Administrativa - Cra. 5 No. 23-40
 095 201 (57) 312 275 4211 - Oficina Central de Atención al Cliente (57) 312 275 4211
 Vigilancia Privada S.A. S.A.
 www.unionsur.com.co
 Bogotá - 1994

Gestión Participativa y Resultados



6. Señale el uso o los usos que le da al agua del Río "Las Ceibas"

- a) Consumo
- b) Aseo personal
- c) Limpieza del hogar
- d) Riego de cultivo
- e) Riego de jardines
- f) Bebederos de animales
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

7. Valore la calidad del agua que consume en su hogar.

- a. Excelente estado
- b. Estado regular
- c. Estado deficiente

8. Los residuos sólidos inorgánicos son aquellos materiales, sustancias y desechos que no son parte de un ser vivo o de origen biológico, sino de origen artificial, industrializado y no natural. Es decir, Plásticos, papeles, cartones, vidrios, metales, cerámicas, maderas, ropas. A partir de esta información, indique la manera como realiza el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos que genera

- a) Quemados
- b) Enterrados
- c) Reutilizados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Arrojad al río Las Ceibas
- f) Otros, ¿Cuáles? _____

9. Los residuos sólidos orgánicos son todos los elementos que son desechos de origen animal y/o vegetal. Estos residuos tienen la capacidad de degradarse rápidamente. A partir de esta información, seleccione los métodos con los cuales son aprovechados los residuos sólidos orgánicos que genera:

- a) Para compost
- b) En biodigestores
- c) Enterrados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Los arroja al río Las Ceibas
- f) Otros, ¿Cuáles? _____

10. Especifique el tipo de animales que se encuentran habitando la zona:

- a) Domésticos
- b) Bovinos
- c) Porcinos
- d) Aves de corral
- e) Apiaros
- f) No sabe/ No responde
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

11. Seleccione el método o los métodos que emplea para darle el tratamiento a los desechos que generan los animales de su residencia:

- a) Quemados
- b) Enterrados
- c) Reutilizados
- d) Enviados a un relleno sanitario
- e) Los arroja al río Las Ceibas
- f) Otros, ¿Cuáles? _____

12. Señale el tipo o los tipos de cultivos que se encuentran distribuidos en cercanías a su sitio de residencia:

- a) Café
- b) Cacao
- c) Arroz
- d) Banano
- e) Plátano
- f) No tiene cultivos
- g) Otros, ¿Cuáles? _____

Si su respuesta a la pregunta anterior fue cada una de las alternativas a excepción de la (f), responda la pregunta 12.

13. Indique el tipo o los tipos de pesticidas que emplea para la protección de los cultivos

- a) Organoclorados
- b) Organofosforados
- c) Piretroides
- d) Carbamatos
- e) Otros, ¿Cuáles? _____



**FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CUENCA EL RÍO LAS CEIBAS

INVESTIGADORES: Andrés Ronaldo Bahamón Useche, Maudy Catherine Córdoba García, Yateris María Silva Gómez, Ph.D, Jhon Ferly Castañeda Gómez, Lic. Yecelis Johana Montealegre

Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado, para recibir el título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadores está interesado en conocer las opiniones, conocimientos y concepciones que poseen la comunidad aledaña al Río las Ceibas, sobre la calidad del agua del afluente.

Objetivo General: Estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río las Ceibas que consume la población de Neiva.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y seleccione la respuesta que más se refleje con lo que piensa. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buena o mala. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

Nombre: Nelly Guzmán Edad: 45
Lugar de residencia: Vereda Palmarillo Ocupación: Ahorraante

- ¿Señale el número de personas que habitan en su hogar?
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5 o más personas
- ¿Indique el tiempo que lleva residiendo en la zona?
 - a) Menos de 1 año
 - b) 1 año
 - c) 2 años
 - d) 3 años
 - e) 4 años
 - f) 5 años o más
- Señale el estado en el que se encuentra el sistema de acueducto y alcantarillado en su zona:
 - a) Excelente estado
 - b) Estado regular
 - c) Deficiente
 - d) No sabe/No responde
 - e) No tiene acueducto
- Si su respuesta a la pregunta 3 fue la (e), señale las fuentes de abastecimiento de agua:
 - a) Agua lluvia
 - b) La Cuenca del Río Las Ceibas
 - c) Acuíferos o nacederos
 - d) Aljibes
 - e) No sabe/No responde
 - f) Otros, ¿Cuáles?
- Si su respuesta a la pregunta anterior fue la (b), conteste las preguntas 5 y 6.
 - 5. Señale los utensilios que emplea para transportar el agua, hasta su vivienda:
 - a) Canecas y/o bidones
 - b) Bombas hidráulicas
 - c) Mangueras
 - d) No sabe/No responde
 - e) Otros, ¿Cuáles? Tuberías

Sede Central - Av. Pastaza Borrero Cra. 3a
P.O. Box 301 317-453 FAX: (8) 875 8958 - (8) 875 9824
Sede Administrativa - Cra. 3 Ma. 23-40
P.O. Box 301 8751686 - Línea Gratuita Nacional: 849020548727
Vigilante: Muestreza 019
www.uns.edu.co
Neiva, Huila

Gratuidad, Participación y Resultados

Escuela de Ciencias

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

6. Señale el uso o los usos que le da el agua del Río "Las Ceibas"

a) Consumo	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Aseo personal	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Limpieza del hogar	<input checked="" type="checkbox"/>
d) Riego de cultivo	<input type="checkbox"/>
e) Riego de jardines	<input type="checkbox"/>
f) Bebederos de animales	<input checked="" type="checkbox"/>
g) Otros, ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

7. Valore la calidad del agua que consume en su hogar.

a. Excelente estado	<input type="checkbox"/>
b. Estado regular	<input checked="" type="checkbox"/>
c. Estado deficiente	<input type="checkbox"/>

8. Los residuos sólidos inorgánicos son aquellos materiales, sustancias y desechos que no son parte de un ser vivo o de origen biológico, sino de origen artificial, industrializado y no natural. Es decir, Plásticos, papeles, cartones, vidrios, metales, cerámicas, maderas, ropas. A partir de esta información, indique la manera como realiza el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos que genera

a) Quemados	<input type="checkbox"/>
b) Enterrados	<input type="checkbox"/>
c) Reutilizados	<input type="checkbox"/>
d) Enviados a un relleno sanitario	<input checked="" type="checkbox"/>
e) Arrojadlos al río Las Ceibas	<input type="checkbox"/>
f) Otros, ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

9. Los residuos sólidos orgánicos son todos los elementos que son desechos de origen animal y/o vegetal. Estos residuos tienen la capacidad de degradarse rápidamente. A partir de esta información, seleccione los métodos con los cuales son aprovechados los residuos sólidos orgánicos que genera:

a) Para compost	<input checked="" type="checkbox"/>
b) En biodigestores	<input type="checkbox"/>
c) Enterrados	<input type="checkbox"/>
d) Enviados a un relleno sanitario	<input type="checkbox"/>
e) Los arroja al río Las Ceibas	<input type="checkbox"/>
f) Otros ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

10. Especifique el tipo de animales que se encuentran habiendo la zona:

a) Domésticos	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Bovinos	<input type="checkbox"/>
c) Porcinos	<input type="checkbox"/>
d) Aves de corral	<input type="checkbox"/>
e) Aslarios	<input type="checkbox"/>
f) No sabe/ No responde	<input type="checkbox"/>
g) Otros, ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

11. Seleccione el método o los métodos que emplea para darle el tratamiento a los desechos que generan los animales de su residencia:

a) Quemados	<input type="checkbox"/>
b) Enterrados	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Reutilizados	<input type="checkbox"/>
d) Enviados a un relleno sanitario	<input type="checkbox"/>
e) Los arroja al río Las Ceibas	<input type="checkbox"/>
f) Otros ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

12. Señale el tipo o los tipos de cultivos que se encuentran distribuidos en cercanías a su sitio de residencia

a) Café	<input type="checkbox"/>
b) Cacao	<input type="checkbox"/>
c) Arroz	<input type="checkbox"/>
d) Banano	<input type="checkbox"/>
e) Plátano	<input type="checkbox"/>
f) No tiene cultivos	<input checked="" type="checkbox"/>
g) Otros, ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

Si su respuesta a la pregunta anterior fue cada una de las alternativas a excepción de la (f), responda la pregunta 12.

13. Indique el tipo o los tipos de pesticidas que emplea para la protección de los cultivos

a) Organoclorados	<input type="checkbox"/>
b) Organofosforados	<input type="checkbox"/>
c) Piretroides	<input type="checkbox"/>
d) Carbamatos	<input type="checkbox"/>
e) Otros, ¿Cuáles?	<input type="checkbox"/>

Sistema, Participación y Resultados

Unidad Central - AV. Páramo Barro Colorado, Tr.
 404 - 1151, 1152, 4151 - P.O. Box 4075, 4076 - 1151, 1152, 4151
 Sede Administrativa - Etapa 3 No. 23-40
 P.O. Box 4075, 4076 - Zona Granja Tercera - 1151, 1152, 4151
 Bogotá, Colombia
 www.usc.edu.co
 Bogotá, 11 de mayo de 2014

Escaneo con CamScanner

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CUENCA EL RÍO LAS CEIBAS

INVESTIGADORES: Andrés Ronaldo Bahamon Useche

DIRECTORES: Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez, Lic. Yeimis Johana Montealegre

Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado, para recibir el título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadores está interesado en conocer las opiniones, conocimientos y concepciones que posee un grupo de estudiantes a nivel de secundaria y/o media del municipio de Neiva (Colombia), sobre la calidad química y microbiológica del agua del Río las Ceibas, así como los procedimientos que se emplean en un laboratorio para el análisis de aguas. La intervención didáctica sobre la investigación para determinar la calidad de una muestra de agua del Río Las Ceibas permitirá resignificar algunos aspectos fundamentales sobre esta temática.

Objetivos: Estudiar la calidad química y microbiológica del agua de la cuenca el río las Ceibas que consume la población de Neiva y estimar el conocimiento de un grupo de estudiantes pertenecientes al semillero de investigación SIQUS de la Universidad Surcolombiana del municipio de Neiva sobre esta cuenca hidrográfica.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y selecciona la respuesta que más se refleje con lo que piensas. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buena o mala. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

Nombre: _____

Edad: _____

Institución: _____

Semestre: _____

AFIRMACIONES. Marca con X tu respuesta en cada caso.

1. El agua es un recurso natural que se encuentra en la mayor parte de la superficie terrestre pero no en los seres vivos.

De acuerdo con esta información, responde si esta:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Los ríos son corrientes de agua que se forman gracias a la lluvia, manantiales del deshielo de la nieve, estos en su mayoría nacen en las zonas altas de las montañas.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. El agua de los ríos ha sido utilizada por el hombre de diferentes maneras, entre los usos más importante está el consumo humano y doméstico, pero también es utilizada para la producción agrícola, pecuaria e industrial.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

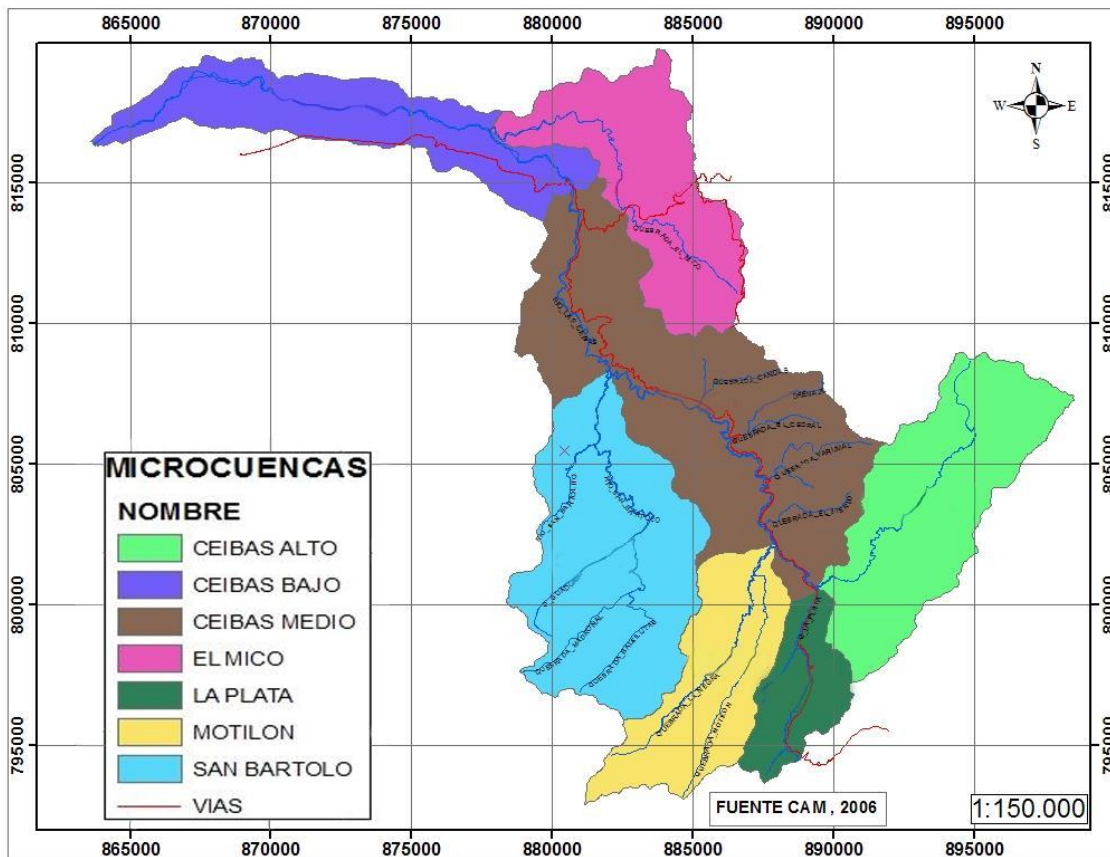
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. El río Las Ceibas no es la principal fuente de agua (río) que posee la ciudad de Neiva, por ende, no logra abastecer en su totalidad a la población con agua potable.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. De acuerdo con el siguiente mapa, el río Las Ceibas se encuentra dividido en dos zonas diferentes, estas son la zona alta y la zona baja, además en el desembocan diferentes riachuelos y quebradas.



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. La agricultura comprende a una pequeña parte de las actividades económicas centradas en el uso y tratamiento de los suelos. Sin embargo, para obtener una producción óptima, es necesario el uso de pesticidas para control de plagas, los cuales son rociados por drenajes ocasionando que lleguen a las aguas y la contaminen.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. La zona alta se encuentra a una altura aproximada de 3000 m.s.n.m. y es considerada zona protegida. La zona baja corresponde a la ciudad de Neiva, donde el afluente desemboca en el río Magdalena, por ende, a una altura similar a la del nivel del mar.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

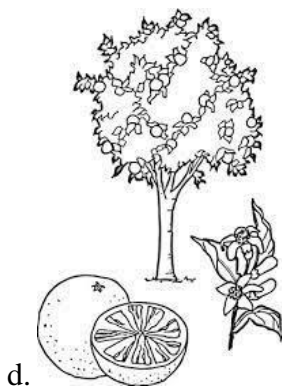
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. La zona baja corresponder a la parte más poblada de todo el recorrido que transita el rio las Ceibas, con una densidad poblacional de 340 mil personas aproximadamente.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Las imágenes (a) El café y (c) los bananos y plátanos, son los cultivos más importantes y los que mayor producción generan los agricultores que habitan cerca al rio Las Ceibas.



- a. Café
- b. Cereales (Trigo, Maíz, Arroz, etc.)
- c. Bananos y Plátanos
- d. Árboles Frutales

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

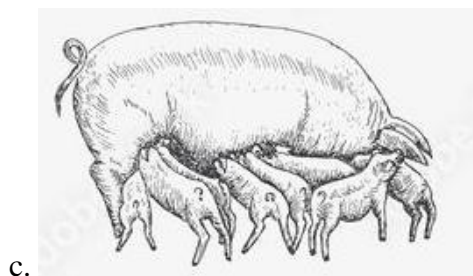
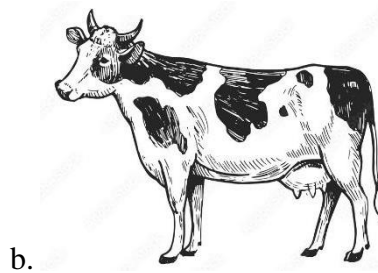
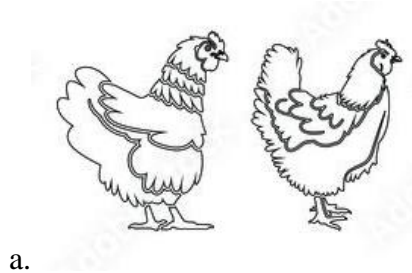
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. La escorrentía es un proceso físico que consiste en el escurrimiento del agua de lluvia por senderos y campos hasta alcanzar una red fluvial. Con este proceso puede contaminarse el agua del Río Las Ceibas con productos agrícolas nocivos, tales como pesticidas y también con desechos animales como las heces.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. La zona media y baja del río las Ceibas se encuentra habitada por personas que utilizan animales para la crianza, venta y consumo. Todos esos animales se representan a continuación:



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

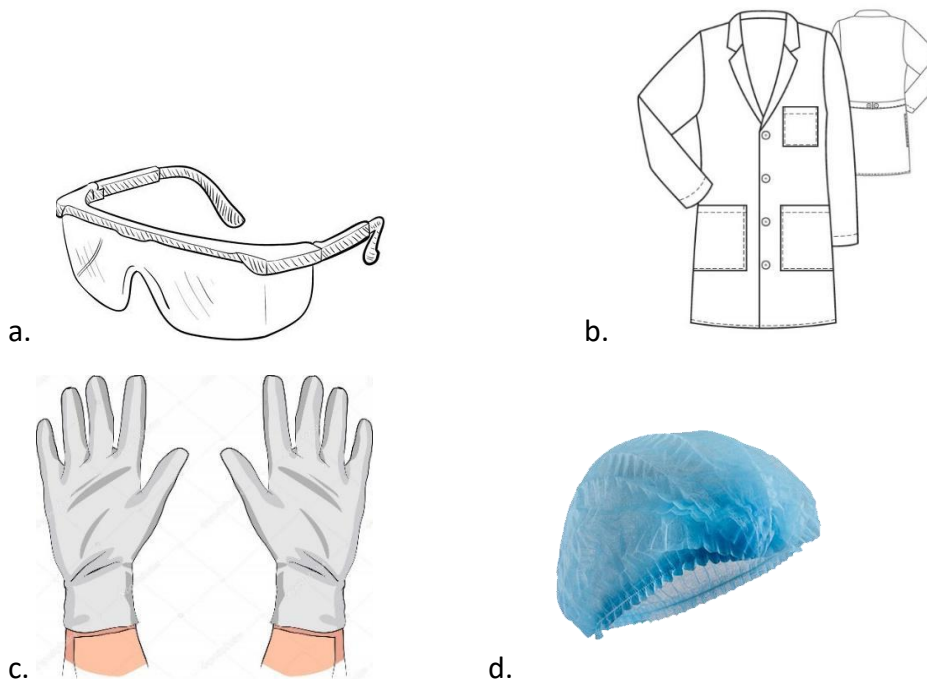
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Los coliformes son bacterias poco comunes que se encuentran en los desechos corporales de todos los animales, más exactamente es sus heces. Estas bacterias pueden encontrarse con facilidad en cualquier zona del río Las Ceibas.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Todos los elementos de bioseguridad que se muestran a continuación se usan en un laboratorio como protección personal y deben mantenerse puestos durante todo el tiempo que sea necesario para realizar un análisis químico y microbiológico de aguas.



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. La microbiología es la disciplina encargada del estudio y análisis de los microorganismos, es decir, los seres vivos considerados más pequeño que existen, estos incluyen las bacterias, los hongos, los virus, los protistas, entre otros.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Todos los elementos de laboratorio que se muestran a continuación son utilizados para realizar un análisis microbiológico de aguas.



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. El método de filtración por membrana Millipore estéril consiste en filtrar una cantidad considerable de agua a través de un membrana o filtro de 0.45 micras de diámetro y así poder retener los microorganismos para luego incubarlos y poder contar e identificar la cantidad de colonias que proliferen en el agar.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Las aguas de los ríos pueden tener todo tipo de sustancias químicas, tales como metales pesados: Mercurio (Hg), plomo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu), plata (Ag), etc.); aniones como Sulfatos (SO_4^{2-}), nitratos (NO_2^-), cloruros (Cl^-) los cuales en altas concentraciones son inofensivos para el consumo humano.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Los kits de colorimetría son utilizados para la determinación de diferentes sustancias químicas en muestras de agua, donde dependiendo el color así mismo será la concentración en g/L o en moles.



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. El consumo de agua provenientes de quebradas o veredas donde no existe planta de tratamiento no perjudican la salud humana, ya que en estas zonas es difícil observar casos de enfermedades tales como, cólera, fuertes diarreas, hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C, entre otras por el consumo de estas aguas.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Empresas públicas de Neiva es las encargadas de limpiar y purificar el agua del rio las Ceibas que bebe toda la población de la zona urbana.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	No sabe/No responde	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anexo No. 5: Plan de evaluación para el cuestionario.

Para la elaboración de esta encuesta tipo Likert, se tuvo en cuenta un plan evaluativo que abordaba un peso conceptual adecuado sobre temas relacionados al uso, tratamiento y análisis de aguas. De esta forma, se estableció una tabla acorde a los conceptos que se consideraron necesarios para alcanzar el objetivo de este instrumento.

Tabla No. 37. *Plan de Evaluación del instrumento.*

Conceptos	Peso conceptual	Cantidad de ítems	Ítems
Calidad fisicoquímica del agua consumida en Neiva	20	4	2, 8, 16, 19
Calidad microbiológica del agua consumida en Neiva	20	4	6, 10, 11, 18
Calidad microbiológica del agua consumida en Neiva			
Ubicación de la cuenca del río Las Ceibas	10	2	5, 14
Zonas de la cuenca del río Las Ceibas	10	2	7, 17
Usos del río Las Ceibas	10	2	3, 12
Caudal del río las Ceibas en plantas de tratamiento	10	2	1, 15
Tratamiento de las aguas del río Las Ceibas	20	4	4, 9, 13, 15
Total	100%	20	

De esta manera, el instrumento conto con un total de veinte preguntas, las cuales, nuevamente se pusieron a consideración del juicio de cuatro expertos, tomando en cuenta que durante su formación han estado en contacto en el campo de la química, más exactamente a la química analítica, así como también a la asociación a la Enseñanza de las Ciencias Naturales, entre otra línea afine al tema. Esta se hizo con el fin de favorecer la estadística en la determinación de la Razón de Validez de Contenido (CRV).

Por consiguiente, se elaboró y se envió un nuevo formato de validez del instrumento de investigación para el desarrollo del juicio de cada experto, donde los especialistas consolidan sus observaciones de manera tanto cualitativa como cuantitativas por medio de la valoración de cada ítems, otorgando un valor numérico de 1 si se considera que cumple con los objetivos propuestos

y en el caso contrario cero 0, al igual que la consistencia de la prueba con un valor total de 20 puntos distribuidos uniformemente en cuatro criterios de validez.

Tabla No. 38. *Profesionales expertos que participaron en la validación del instrumento.*

Expertos	Mención	Estudios
Natalia Puentes	Ingeniería Química	Mg. Ingeniería y gestión Ambiental.
Nina María Sánchez Ramírez	Lic. Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Mg. Docencia de la Química- Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
Maira Yenifer Ríos Bustos	Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana	Especialista en Ingeniería Ambiental Dr(c) en Educación y Cultura Ambiental
Luis Javier Narváez Zamora	Lic. en Biología y Química	Magister en Educación.

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLE: Andrés Ronaldo Bahamon Useche

Maestro en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). E-mail: andres_151997@hotmail.com

El objetivo general de este estudio es determinar la calidad química y microbiológica de muestras de agua de la parte alta, media y baja del Río Las Ceibas, para fortalecer el aprendizaje sobre esta temática en estudiantes de secundaria y/o media de una institución Educativa del municipio de Neiva a través del enfoque Aprendizaje basado en la investigación.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario para estudiantes de secundaria, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas,

las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla 1, escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

➤ Evaluador 1: Natalia Puentes

Tabla No. 39. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 1.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	0	¿Cuáles son las diferentes formas de uso?, Considero que se debe redactar mejor y no dejar tan específico en solo 2 usos, teniendo en cuenta que, el agua es usada por el hombre en diferentes actividades, (consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, etc.).
4	0	Se debe redactar bien, reemplazar la palabra afluente que puede generar confusiones en los estudiantes. Por ejemplo, el río Ceibas no es la principal fuente de agua para abastecimiento de la ciudad de Neiva, gran parte de la población del municipio...
5	0	El mapa es poco efectivo en la visualización de nombres y distribución de la cuenca, así se dificultará dar la respuesta.
6	0	Mejorar redacción, además, es la agricultura sostenible la que contribuye a la seguridad alimentaria, más no es un objetivo de la agricultura.
7	0	En el texto no indica el nombre del cultivo b, pero, si coloca la imagen (cereal). Por otro lado, las letras y nombres no coinciden con las imágenes.
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	Cambiar definición de microbiología. La definición puesta en la encuesta es la que se encuentra textualmente en Wikipedia, mostrando a los estudiantes que al diseñar la encuesta solo buscaron y pegaron términos en fuentes no confiables.
13	1	Es una pregunta que difícilmente se responderá si desconocen el tema.

14	1	Es una pregunta que difícilmente se responderá si desconocen el tema.
15	1	
16	1	
17	1	Mejorar redacción.
18	1	
19	1	
20	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 40. Consistencia de la prueba para evaluador 1.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X		Hay definiciones copiadas y pegadas de internet.	
Validez de criterio metodológico				X		Mejorar orientaciones que le permiten tener un buen desarrollo de los interrogantes	
Validez de intención y objetividad en la medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento			X			Mejorar ítems o preguntas para su evaluación.	
Resultado parcial				X	X		
Total							15

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular ____
- De 12 a 14: No valido, Modificar ____
- De 15 a 17: Valido, Mejorar X
- De 18 a 20: Valido, aplicar ____

NATALIA PUENTES

Firma

Nombre: Natalia Puentes

Grado académico: Ingeniera Química - Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

➤ Evaluador 2: Nina María Sánchez Ramírez

Tabla No. 41. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 2.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	0	La pregunta puede generar confusión al presentar ejemplos como ríos, lagos y mar, ya que tienen diferentes sabores por la presencia de sales y composición del suelo y en términos de color ante la percepción del ojo humano presentan diferente color por la absorción de longitud de onda, frente a las propiedades del agua en condiciones puras.
2	1	
3	1	
4	1	Hacer claridad del término afluente Hacer claridad del término afluente.
5	1	Indicar el significado de m.s.n.m., al igual que las unidades que se representa en el mapa Indicar el significado de m.s.n.m., al igual que las unidades que se representa en el mapa.
6	1	
7	0	Precisar la pregunta, especificar si lo que requiere es seleccionar la imagen (correspondencia del cultivo con la imagen), corregir orden del cuadro de las opciones a. café
8	1	Definir el término red fluvial.
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	Indicar la carga de los aniones, intercambiar los iones de los sulfatos con el de los nitratos, corregir los símbolos de los metales

		pesados de acuerdo con su nombre, además de especificar condiciones, por ejemplo, cromo trivalente o hexavalente o los dos. Además, indicar por qué pueden llegar ahí (curtiembres, minería...)
16	1	Especificar el tipo de concentración (ej. sólidos en suspensión)
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 42. Consistencia de la prueba para evaluador 2.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X		Presenta contenidos conceptuales, procedimentales	Sería pertinente abordar alguna pregunta en relación con elementos actitudinales o conciencia frente al cuidado del recurso hídrico.
Validez de criterio metodológico				X		El instrumento al utilizar escala Likert proyecta un trabajo cuantitativo.	Explicitar en la presentación el tipo de estudio (cualitativo o cuantitativo) frente al modelo ABI
Validez de intención y objetividad en la medición y observación				X		El objetivo del instrumento está orientado en determinar la calidad química y microbiológica, por lo que se evidencia la proyección de dicha intención.	Se realiza algunas observaciones en la Tabla 1
Presentación y formalidad del instrumento				X		Tiene una buena organización Tiene una buena organización	Se debe corregir algunos datos de los numerales 7 y 15
Resultado parcial				X	X		
Total							16

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular _____
- De 12 a 14: No valido, Modificar _____
- De 15 a 17: Valido, Mejorar X
- De 18 a 20: Valido, aplicar _____

Nina M. Sánchez

Nina María Sánchez Ramírez

Mg. Docencia de la Química-Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Lic. Química-Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Docente Catedrática de la Universidad Surcolombiana

<http://orcid.org/0000-0003-2751-9999>

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=000008974

2

➤ Evaluador 3: Maira Yenifer Ríos Bustos

Tabla No. 43. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 3.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	1	Revisar el documento
4	1	Esta pregunta es importante ya que la redacción genera una interpretación no adecuada. Puede tomarse: -El río Las Ceibas no es el principal afluente que posee la ciudad de Neiva; y por ende, no logra abastecer la población con agua potable.
5	1	Esta pregunta en el formulario no tiene opciones de respuesta. Revisar. Se sugiere que, en el mapa, sólo se ubiquen de color las partes de la cuenca que se mencionan (alta y baja) de tal manera que no se genere un distractor para el estudiante encuestado.
6	1	Es pertinente el ítem, pero debe ser re planteado, es necesario establecer una problemática o un enunciado real. Por ejemplo: La agricultura como actividad económica, centrada en el cultivo de la tierra y el tratamiento del suelo, requiere el uso de herbicidas, pesticidas y fungicidas. En la mayoría de los casos, por drenaje, son vertidos en fuentes hídricas siendo altamente contaminantes. En el municipio de Neiva, el río Las Ceibas recorre desde el PNR La Siberia y desemboca en el Río Magdalena, pasando por gran cantidad de cultivos que pueden ser causantes del grado de contaminación que se presenta.
7	1	
8	1	

9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 44. Consistencia de la prueba para evaluador 3.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X		El contenido de la propuesta es excelente , pero se recomienda seguir las observaciones planteadas para algunos ítems.	
Validez de criterio metodológico				X		Para dar cumplimiento efectivo al cuestionario es pertinente realizar un pretest y un postest que permita generar una diferencia en las competencias metodológica, investigativas y conceptuales de los estudiantes encuestados.	
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento				X		Tiene una buena presentación, pero revisar las observaciones.	En la etapa de impresión de los cuestionario os se recomienda a que todos

Resultado parcial			X	X	
Total					17

los ítems se encuentren organizados, con sus respectivas opciones de respuestas.

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular
- De 12 a 14: No valido, Modificar
- De 15 a 17: Valido, Mejorar
- De 18 a 20: Valido, aplicar



Firma

Nombre: MAIRA YENIFER RIOS BUSTOS

Grado académico: DR ©

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

➤ Evaluador 4: Luis Javier Narváez Zamora

Tabla No. 45. Valoración de los ítems del instrumento para evaluador 4.

Ítem	Valoración	Sugerencia
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	

11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Tabla No. 46. Consistencia de la prueba para evaluador 4.

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Resultado parcial				X	X		
Total	20						

Puntuación:

- De 1 a 11: No valida, Reformular ____
- De 12 a 14: No valido, Modificar ____
- De 15 a 17: Valido, Mejorar ____
- De 18 a 20: Valido, aplicar X

Luis Javier Narváez Zamora

Nombre: Luis Javier Narváez Zamora

Grado académico: MsC. Ciencias Biológicas

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

Ahora bien, a partir de la valoración de los ítems por parte de los especialistas se permitió obtener una Razón de Validez de Contenido (CRV= 0,8)

Tabla No. 47. Razón de validez de contenido (CRV).

Expertos Ítems	E. 1.	E. 2.	E. 3.	E. 4.	CRV
1	1	0	1	1	0,5
2	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	0,5
4	0	1	1	1	0,5
5	0	1	1	1	0,5
6	0	1	1	1	0,5
7	0	0	1	1	0
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	0	1	1	1	0,5
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1
CRV	0,84615385	1	0,84615385	1	0,8

De igual manera, con las tablas de la consistencia de la prueba hecha por los expertos aprobó convalidar la aplicación del instrumento en la población, esto se muestra en la Tabla No.

38. Donde a partir de la puntuación obtenida dispone o no a los investigadores a realizar modificaciones o mejoras para la aplicación del instrumento que se encuentre en el rango de 18 a 20 puntos (Cohen & Swerdlik, 2001). En este caso al material se le modificaron las preguntas que sugirieron los expertos para la aplicación.

Tabla No. 48. *Consistencia del instrumento de investigación.*

Criterio de validez	Puntuación de expertos				Media
	E. 1.	E. 2.	E. 3.	E. 4.	
Validez de contenido	4	4	4	5	4,25
Validez de criterio metodológico	4	4	4	5	4,25
Validez de intención y objetividad en la medición y observación	4	4	4	5	4,25
Presentación y formalidad del instrumento	3	4	5	5	4,25
Total	15	16	17	20	17,0
Media	3,75	4	4,25	5	4,3