

**COLOMBIA Y SUS RECURSOS: ESTRATEGIAS ECONÓMICAS Y DE
CONSERVACIÓN DIRIGIDAS A FORTALECER EL SECTOR RURAL EN
SAN JOSÉ DEL GUAVIARE, GUAVIARE.
FASE 8: EVALUACIÓN DE ASPECTOS LIMNOLÓGICOS
Y MICROBIOLÓGICOS**

María Fernanda López Romero

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE CIENCIAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ, 2022

**COLOMBIA Y SUS RECURSOS: ESTRATEGIAS ECONÓMICAS Y DE
CONSERVACIÓN DIRIGIDAS A FORTALECER EL SECTOR RURAL EN
SAN JOSÉ DEL GUAVIARE, GUAVIARE.
FASE 8: EVALUACIÓN DE ASPECTOS LIMNOLÓGICOS
Y MICROBIOLÓGICOS**

Maria Fernanda López Romero

TRABAJO DE GRADO
presentado para optar al título de:
Biólogo

Director:
Biólogo. MSc. Bioética. Clara Santafé Millán

Codirector:
Microbióloga Industrial MSc. Gestión Sostenible del Ambiente.
Virginia Roa Angulo

Alianza:
Corporación comunitaria de conserva y protección de los recursos
naturales de la Serranía La Lindosa - Corpolindosa

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE CIENCIAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ, 2022

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad El Bosque y al Programa de Biología por brindarme el espacio de investigación en el desarrollo del proyecto, a la directora Clara Santafé por su acompañamiento y enseñanza constante durante este camino.

A las personas que conocí en Guaviare que me recibieron con los brazos abiertos, a los propietarios de los pedios donde se llevó a cabo el estudio que fueron siempre muy serviciales y amables; al Guaviare por permitirme vivir experiencias inolvidables y avivar el amor que tengo por la vida y la naturaleza.

A los docentes Mónica Castillo, Sergio Llano, Virginia Roa, Juan Pablo Hernández y Daniel Castro por brindarme su conocimiento y ayuda para el desarrollo de este proyecto.

A las jóvenes investigadoras por el conocimiento, acompañamiento y apoyo; a Valeria Rodríguez la compañera y amiga que me regaló este proceso, al igual que a mis compañeros y amigos por apoyarme y motivarme dándome su voz de aliento para seguir adelante.

A mi familia por ser el apoyo más grande e incondicional, por sus esfuerzos, paciencia y amor que me han formado como la persona que soy hoy en día.

Nota de Salvedad

“La Universidad El Bosque no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico. Metodológico y ético el mismo en aras de la búsqueda de la verdad y justicia”.

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mis padres y a mi hermana, que siempre me han apoyado y motivado a cumplir todos mis sueños y que día a día me recuerdan que soy capaz de lograr todo lo que me proponga.

Tabla de contenido

1. Resumen.....	12
2. Introducción.....	14
3. Marco de referencia.....	16
3.1 Antecedentes	16
3.2 Marco conceptual	19
3.2.1 Ecoturismo.....	19
3.2.2 Turismo de naturaleza.....	20
3.2.3 Desarrollo sostenible.....	20
3.2.4 Evaluación biológica de la calidad de aguas.....	20
3.2.4.1 Caudal	21
3.2.4.2 Macroinvertebrados bentónicos	21
3.2.4.3 Índice de Biological Monitoring Working Party - BMWP.....	21
3.2.4.4 Parámetros físicoquímicos para estudios limnológicos.....	22
3.2.4.4.1 Temperatura	22
3.2.4.4.2 Oxígeno disuelto.....	22
3.2.4.4.3 pH.....	22
3.2.4.4.4 Conductividad	23
3.2.4.4.5 Sólidos disueltos totales	23
3.2.4.4.6 Salinidad.....	23
3.2.4.4.7 Dureza	24
3.2.4.4.8 Sulfitos.....	24
3.2.4.4.9 Nitratos.....	24
3.2.4.4.10 Hierro	24
3.2.4.5 Microbiológicos en aguas de uso recreativo	24
3.2.4.5.1 Coliformes totales y fecales.....	25
3.2.5 Uso del agua.....	25
3.3 Marco legal.....	26
4. Justificación.....	29
5. Objetivos.....	30
5.1 Objetivo general.....	30
5.2 Objetivos específicos.....	30
6. Método.....	31
6.1 Área de estudio	31
6.1.1 Georreferenciación de los predios	31
6.1.2 Georreferenciación de los cuerpos de agua	31
6.2 Evaluación de aspectos limnológicos	32
6.2.1 Toma de datos y variables limnológicas evaluadas.....	32

Fase 8: Evaluación de aspectos limnológicos y microbiológico

6.2.1.1	<i>Variables fisicoquímicas y fisiográficas</i>	32
6.2.1.2	<i>Métodos para los datos fisicoquímicos y fisiográficos</i>	33
6.2.1.2.1	<i>Características fisiográficas de los cuerpos de agua</i>	33
6.2.1.2.2	<i>Variables fisicoquímicas de los cuerpos de agua</i>	34
6.2.1.3	<i>Variables Biológicas</i>	35
6.2.1.4	<i>Método para la colecta biológica</i>	35
6.2.1.4.1	<i>Macroinvertebrados Bentónicos</i>	35
6.2.1.5	<i>Diseño estadístico</i>	36
6.2.1.5.1	<i>Índice del Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia - BMWP/Col y Average Score Per Taxon - Puntuación promedio por tasa (ASPT)</i>	36
6.2.1.5.2	<i>Análisis de varianza</i>	37
6.3	<i>Evaluación de aspectos microbiológicos</i>	38
6.3.1	<i>Toma de muestras y datos fisicoquímicos microbiológicos</i>	38
6.3.2	<i>Análisis microbiológico</i>	38
6.4	<i>Método para la clasificación del uso del agua</i>	40
6.5	<i>Elaboración de productos de transferencia del conocimiento</i>	41
6.5.1	<i>Talleres</i>	41
6.5.1.1	<i>Taller cartografía social en relación al recurso hídrico en la Serranía La Lindosa</i>	41
6.5.1.2	<i>Taller transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas</i>	42
6.5.1.3	<i>Taller transferencia del conocimiento a la población infantil sobre macroinvertebrados y calidad del agua</i> ...	43
6.5.2	<i>Fichas técnicas para los cuerpos de agua</i>	43
6.5.2	<i>Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios</i>	44
7	Resultados	45
7.1	<i>Georreferenciación de los predios</i>	45
7.3	<i>Evaluación de aspectos limnológicos</i>	49
7.3.1	<i>Descripción general y fisiográfica de los cuerpos de agua</i>	49
7.3.2	<i>Fisicoquímicos</i>	53
7.3.2.1	<i>Temperatura</i>	53
7.3.2.2	<i>pH</i>	54
7.3.2.3	<i>Oxígeno disuelto</i>	56
7.3.2.4	<i>Conductividad</i>	57
7.3.2.5	<i>Solidos Disueltos Totales (TDS)</i>	59
7.3.2.6	<i>Dureza</i>	60
7.3.2.7	<i>Hierro</i>	61
7.3.2.8	<i>Sulfitos</i>	61
7.3.3	<i>Macroinvertebrados bentónicos</i>	61
7.3.4	<i>Índice de Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia – BMWP/Col</i>	64

7.4	<i>Evaluación de aspectos microbiológicos.....</i>	<i>71</i>
7.5	<i>Uso del agua.....</i>	<i>72</i>
7.6	<i>Productos de transferencia del conocimiento.....</i>	<i>73</i>
7.6.1	<i>Talleres.....</i>	<i>73</i>
7.6.1.1	<i>Taller Cartografía social en relación al recurso hídrico en la Serranía La Lindosa</i>	<i>73</i>
7.6.1.2	<i>Taller transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas.....</i>	<i>74</i>
7.6.1.3	<i>Taller transferencia del conocimiento a la población infantil sobre macroinvertebrados y calidad del agua</i>	<i>74</i>
7.6.2	<i>Fichas técnicas para los cuerpos de agua.....</i>	<i>75</i>
7.6.3	<i>Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios.....</i>	<i>77</i>
8	Recomendaciones	79
9	Referencias.....	80
10	Anexos.....	83

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Marco legal del estudio</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP/Col y ASPT</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3. Definiciones para la clasificación del uso del agua.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 4. Ubicación por georreferenciación de los predios.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 5. Georreferenciación de los cuerpos de agua de la Serranía La Lindosa correspondientes al estudio de aspectos limnológicos.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6. Georreferenciación de los cuerpos de agua de la Serranía La Lindosa correspondientes al estudio de aspectos microbiológicos.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 7. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de temperatura de los cinco cuerpos de agua.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 8. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de pH de los cinco cuerpos de agua.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 9. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de oxígeno disuelto de los cinco cuerpos de agua.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 10. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de conductividad de los cinco cuerpos de agua.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 11. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de solidos disueltos totales de los cinco cuerpos de agua.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 13. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Brisas con sucorrespondiente puntaje BMWP según la familia.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 14. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Retiro con sucorrespondiente puntaje BMWP según la familia.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 15. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Seco con sucorrespondiente puntaje BMWP según la familia.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 16. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Retirito con sucorrespondiente puntaje BMWP según la familia.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 17. Resultado análisis microbiológico con valores en NMP de coliformes totales y fecales por predio.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 18. Uso del agua de los predios presentes en el estudio.</i>	<i>72</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Línea de tiempo antecedentes.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3. A. Medición flujo de agua con flujómetro. B. Medición flujo de agua con flujómetro.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 4. A y B. Colecta manual de Macroinvertebrados. C. Revisión del Colector de la Red Surber. D. Método de colecta de Macroinvertebrados con Red Surber.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 5. A. Adición de las diferentes concentraciones. B. Tres series de tres tubos con Caldo Brilla y campana de Durham con la respectiva rotulación. C. Revisión del Colector de la Red Surber. D. Resultados a las 48h de Coliformes Fecales.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 6. Ubicación geográfica de los predios estudiados.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 7. Ubicación geográfica de los cuerpos de agua correspondientes al estudio de aspectos limnológicos.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8. Ubicación geográfica de los cuerpos de agua correspondientes al estudio de aspectos microbiológicos.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9. Diferentes estaciones de Caño Rojo.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 10. Estación de Caño Brisas.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 11. Estación de Caño Retiro.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 12. Diferentes estaciones de Caño Seco.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 13. Diferentes estaciones de Caño Retirito.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 14. Boxplot para la representación de la temperatura en los cinco cuerpos de agua.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 15. Boxplot para la representación del pH en los cinco cuerpos de agua.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 16. Boxplot para la representación del oxígeno disuelto en los ocho cuerpos de agua.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 17. Boxplot para la representación de la conductividad en los cinco cuerpos de agua.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 18. Boxplot para la representación de los sólidos disueltos totales (TDS) en los cinco cuerpos de agua.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 12. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Rojo con su correspondiente puntaje BMWP según la familia.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 19. Clases de calidad de agua, para Caño Rojo de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 20. Clases de calidad de agua, para Caño Brisas de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 21. Clases de calidad de agua, para Caño Retiro de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 22. Compilado de las clases de calidad de agua de las estaciones evaluadas en el periodo 2019-2022 para Caño Retiro de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 23. Clases de calidad de agua, para Caño Seco de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 24. Clases de calidad de agua, para Caño Retirito de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 25. Componente práctico del taller ubicación de los predios, cuerpos de agua y actividades en los mapas.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 26. Componente teórico práctico del taller.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 27. A. Explicación teórica de las características fisicoquímicas del agua. B. Visualización de macroinvertebrados al estereoscopio. C. Pruebas practicas con el kit de aguas.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 28. Disposición de las fichas técnicas informativas de la calidad del agua referente a aspectos limnológicos y fisiográficos.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 29. Disposición de las fichas técnicas informativas de la calidad del agua referente a aspectos microbiológicos y fisicoquímicos.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 30. Portada de la cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios.</i>	<i>78</i>

Índice de Anexos

Anexo 1.	Formato de visita para los predios.....	83
Anexo 2.	Formulario de usos del agua.....	83
Anexo 3.	Formato de evaluación biológica de la calidad del agua.....	84
Anexo 4.	Tabla de puntuaciones para el BMWP/Col.....	85
Anexo 5.	Tablas de área de estudio por cuerpo de agua.....	86
Anexo 6.	Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Rojo.....	89
Anexo 7.	Tablas de variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Rojo.....	89
Anexo 8.	Gráficas de las variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Rojo.....	90
Anexo 9.	Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Rojo.....	92
Anexo 10.	Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Brisas.....	92
Anexo 11.	Tabla de variables fisicoquímicas de Caño Brisas.....	93
Anexo 12.	Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Brisas.....	93
Anexo 13.	Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Retiro.....	93
Anexo 14.	Tabla de variables fisicoquímicas de Caño Retiro.....	94
Anexo 15.	Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Retiro.....	94
Anexo 16.	Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Seco.....	94
Anexo 17.	Tabla de variables fisicoquímicas de Caño Seco.....	95
Anexo 18.	Graficas de los parámetros fisicoquímicos de Caño Seco.....	95
Anexo 19.	Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Seco.....	97
Anexo 20.	Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Retirito.....	97
Anexo 21.	Tabla de variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Retirito.....	98
Anexo 22.	Gráficas de las variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Retirito.....	98
Anexo 23.	Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Retirito.....	100
Anexo 24.	Análisis de Dunn para el parámetro fisicoquímico de temperatura.....	101
Anexo 25.	Análisis de Tukey para el parámetro fisicoquímico de pH.....	101
Anexo 26.	Análisis de Tukey para el para el parámetro fisicoquímico oxígeno disuelto.....	101
Anexo 27.	Análisis de Dunn para el parámetro fisicoquímico conductividad.....	102
Anexo 28.	Análisis de Dunn para parámetro fisicoquímico Solidos Disueltos Totales.....	102
Anexo 29.	Carta de invitación al Taller cartografía social en relación al recurso hídrico en la Serranía La Lindosa.....	103
Anexo 30.	Carta de invitación al Taller transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas.....	103
Anexo 31.	Fichas técnicas para los cuerpos de agua aspectos limnológicos y fisiográficos.....	104
Anexo 32.	Fichas técnicas para los cuerpos de agua aspectos microbiológicos y fisicoquímicos.....	121
Anexo 33.	Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios.....	140
Anexo 34.	Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios.....	141

1. Resumen

Guaviare es un departamento que cuenta con un alto potencial turístico, como lo es aprovechamiento del recurso hídrico como fuente de atractivos de uso recreativo; dicho recurso es fundamental para que lleven a cabo múltiples actividades y procesos naturales los cuales proveen bienestar, la calidad de las fuentes hídricas pueden verse afectadas por factores biológicos y químicos, por esto es clave el estudio, evaluación y monitoreo de la calidad del recurso a partir de herramientas que permitan la caracterización biológica. Por lo cual, se realizó una evaluación de los aspectos limnológicos a cinco cuerpos de agua (Caño Rojo, Caño Brisas, Caño Retiro, Caño Seco y Caño Retirito) pertenecientes a la Serranía La Lindosa, se tuvo en cuenta las familias de macroinvertebrados presentes, los parámetros fisiográficos y fisicoquímicos para cada estación de los cuerpos de agua estudiados, mediante el Índice BMWP/Col se establecieron los puntajes de sensibilidad para las familias de macroinvertebrados y a partir de estos se obtuvo la calidad de los cuerpos de agua por estaciones; así mismo se determinó las características microbiológicas de once cuerpos de agua de uso recreativo (Caño Retiro, Caño Sabana, Caño Retirito, Caño Rojo, Caño Negro, Laguna Negra, Pozos Naturales, Caño Charcón, Caño Piedra, Caño Baranda, Caño Seco) pertenecientes diecinueve predios de La Serranía La Lindosa, para la cual se obtuvo NMP/100ml de Coliformes Totales y Fecales, según el Decreto 1076 del 2015 se determinó que todos los cuerpos de agua se encontraban dentro de los rangos permisibles mediante contacto primario (natación, buceo y baños medicinales); a su vez se estableció el uso de los cuerpos de agua clasificándolo en consuntivo y no consuntivo. Adicionalmente se realizaron tres talleres de transferencia del conocimiento relacionado a la calidad del recurso hídrico, dos de estos dirigido a los propietarios de los predios y el otro a población infantil; así mismos productos de los resultados obtenidos plasmados en fichas técnicas para los propietarios de los predios.

Palabras clave: *Recurso hídrico, Calidad de agua, Limnológicos, Microbiológicos, Uso.*

Abstract

Guaviare is a department that has a high tourist potential, such as the use of water resources as a source of recreational attractions; this resource is essential to carry out multiple activities and natural processes that provide welfare, the quality of water sources can be affected by biological and chemical factors, so it is key to study, evaluate and monitor the quality of the resource from tools that allow biological characterization. Therefore, an evaluation of the limnological aspects of five water bodies (Caño Rojo, Caño Brisas, Caño Retiro, Caño Seco and Caño Retirito) belonging to the Serranía La Lindosa was carried out, taking into account the families of macroinvertebrates present, The physiographic and physicochemical parameters for each station of the water bodies studied were taken into account, using the BMWP/Col Index to establish the sensitivity scores for the families of macroinvertebrates and from these the quality of the water bodies by stations was obtained; The microbiological characteristics of eleven recreational water bodies (Caño Retiro, Caño Sabana, Caño Retirito, Caño Rojo, Caño Negro, Laguna Negra, Pozos Naturales, Caño Charcón, Caño Piedra, Caño Baranda, Caño Seco) belonging to nineteen properties in La Serranía La Lindosa were also determined, for which NMP/100ml of Total and Fecal Coliforms were obtained, according to Decree 1076 of 2015 it was determined that all water bodies were within the permissible ranges through primary contact (swimming, diving and medicinal baths); In turn, the use of water bodies was classified as consumptive and non-consumptive. In addition, three workshops were held to transfer knowledge related to the quality of water resources, two of these were directed to the owners of the properties and the other to the children population; likewise, products of the results obtained were presented in technical sheets for the owners of the properties.

Key words: *Water resource, Water quality, Limnological, Microbiological, Use.*

2. Introducción

El departamento de Guaviare limita al norte con los departamentos del Meta y Vichada, por el costado oriental limita con el departamento de Guainía y Vaupés, al occidente con los departamentos Caquetá y Meta y respecto al sur con los departamentos Vaupés y Caquetá. La extensión del departamento es de $54,847 \text{ km}^2$ los cuales corresponden a selva de transición que conectan la región de la Orinoquía con la Amazónica; Guaviare está conformado por cuatro municipios San José, El Retorno, Calamar y Miraflores, el 56% de la población total del departamento se ubica en el municipio de San José del Guaviare según el reporte de El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el 2019, se registra que un 60% reside en el casco urbano y un 40% residente en sector rural, siendo este último sector el que posee mayor potencial natural (SINCHI, 2007; Organización Mundial del Turismo, 2019).

El alto potencial turístico con el que cuenta el departamento se relaciona con la alta biodiversidad, la diversidad cultural, las formaciones geológicas, entre otros; por lo cual el departamento se ha enfocado en promover y desarrollar el turismo natural, que trae consigo la creación e implementación de estrategias que permitan el aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales que pueden ser usados con fines turísticos. Dentro de las oportunidades turísticas se encuentra el aprovechamiento del recurso hídrico como fuente de atractivos, dicho recurso es fundamental para múltiples actividades y procesos naturales, este provee bienestar y a su vez herramientas para el desarrollo; la calidad de las fuentes hídricas pueden verse afectadas por factores biológicos y químicos, por esto es fundamental el estudio y evaluación de la calidad del recurso, esto a partir de estudios biológicos como lo son el uso de los macroinvertebrados acuáticos y los microorganismos como herramienta para la caracterización del recurso hídrico.

Por consiguiente, el programa de Biología de la Universidad El Bosque desde su origen en el año 2002, en acompañamiento de los actores rurales y comunidades del país, permite la creación de espacios y herramientas para el fortalecimiento del sector rural, la apropiación y conservación de la riqueza natural.

Mediante el programa “Colombia y sus recursos” del Grupo de Investigación de Biología (GRIB), el cual emplea la educación ambiental y la investigación científica con el propósito de posicionar el turismo de naturaleza como una alternativa de sostenibilidad en el sector rural. Para dar cumplimiento a esto se desarrollan estudios que implementan las estrategias económicas y de conservación, en los cuales se reconoce y destaca los atractivos y la biodiversidad. Se hace énfasis que este proyecto es la continuación a las siete fases desarrolladas desde el año 2018 hasta el presente año y así mismo está enmarcado en el proyecto “Plan estratégico para el turismo rural comunitario en la Reserva Forestal Protectora Nacional Serranía La Lindosa – Angosturas II, San José del Guaviare y su área de influencia. Fase: Diseño de protocolos para la gestión del agua en la salud del turista y de la comunidad” en el marco de la “Convocatoria para el fortalecimiento de proyectos en ejecución de CTel en ciencias de la salud con talento joven e impacto regional (874)” del Ministerio de Ciencias de Colombia.

Se llevo a cabo en conjunto con la participación en campo de las jóvenes investigadoras de Minciencias Alejandra Dueñas Santafé y Valeria Rodríguez Viana Biólogas de la Universidad El Bosque, la evaluación de los aspectos limnológicos de las siguientes cuencas pertenecientes a la Serranía La Lindosa: Caño Rojo, Caño Brisas, Caño Retiro, Caño Seco y Caño Retirito, así mismo la evaluación de las características microbiológicas de once cuerpos de agua de uso recreativo pertenecientes a diecinueve predios de la Serranía La Lindosa, con el objetivo de generar estrategias económicas y de conservación para favorecer el sector rural en San José del Guaviare.

3. Marco de referencia

3.1 Antecedentes

El turismo en el Departamento del Guaviare dio sus primeros inicios en la década de 1970, visitantes atraídos por los bienes comunes pesqueros y silvestres de la zona para desarrollar actividades como la pesca y cacería, a principio de la década de 1980 se establecieron normas ambientales en las cuales se encontraba la prohibición de la pesca y caza a personas externas a la comunidad; más adelante se consolidaron ofertas paisajísticas y pinturas rupestre dando pie a la creación e implementación de actividades de ecoturismo comunitario (Del Cairo, Gómez, Ortega, Ortiz, & Rodríguez, 2018).

A partir de *“La implementación de la estrategia financiera para el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia 2002-2005”* elaborado por Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), Corporación para la Protección Ambiental, Cultural y el Ordenamiento Territorial (CORPACOT) y Embajada Real de los Países Bajos, se resalta el papel de las estrategias económicas y de conservación que están dirigidas por los servicios ambientales que provee el SPNN a la sociedad se encuentran la regulación de la oferta hídrica, espacios para el ecoturismo, conservación de la biodiversidad y captura de carbono. (PNN, 2014).

Según el Plan Sectorial del Turismo 2018-2022 *“Turismo: El propósito que nos une”*, tiene dentro de sus objetivos fortalecer la institucionalidad para el turismo y la gestión de sus recursos, los procesos de gestión e innovación del desarrollo sostenible en los destinos del país, de manera que se incremente la competitividad de la oferta de productos, actividades y servicios de alto valor agregado en los territorios.

Mediante el último *“Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022”*, se establecen una serie de pactos transversales, específicamente el pacto por la sostenibilidad busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente, dentro de sus objetivos se encuentra implementar estrategias e instrumentos económicos más sostenibles, innovadores y de menor impacto ambiental, a su vez se encuentra el pacto regional con la Región Amazonía: Desarrollo sostenible por una Amazonía Viva con

la cual se pretende el aprovechamiento y cuidado del patrimonio natural y cultural dentro de un modelo de desarrollo sostenible, esto a partir de la protección y conservación de los ecosistemas de la Amazonía, promover la multiculturalidad y aprovechar la biodiversidad de la región, entre otros (DNP, 2018).

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), es la encargada de coordinar la formulación del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2012-2023, el cual permitió lograr un análisis integral de los componentes sociales y económicos, a su vez estableciendo el estado de los recursos naturales y del medio ambiente (CDA, 2012). A su vez se encuentra la Corporación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible de La Serranía de La Lindosa y su área de influencia (CORPOLINDOSA), corporación comunitaria que se encarga de la conservación y protección de los recursos naturales de la Serranía La Lindosa, a partir de la responsabilidad ambiental y la creación de alternativas económicas enfocado en el desarrollo sostenible, la conservación, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como lo es la prestación de servicios turístico específicamente el ecoturismo (CORPOLINDOSA, 2017); esta a su vez se desarrolló el Plan de Acción Priorizado Para La Serranía de La Lindosa y su Área de Influencia, para el cual se requirió la vinculación de veredas pertenecientes a la Serranía donde se vincularon diferentes veredas pertenecientes a la zona de preservación, con el objetivo de aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad (Avendaño & Herrera, 2014).

Desde el año 2015 el programa de Biología de la Universidad El Bosque, lleva a cabo semestralmente estudios de línea base, capacidad de carga y limnología desarrollados por estudiantes y docentes, generando proyectos sostenibles que aporten ingresos ligados al turismo en la Serranía La Lindosa, San José del Guaviare, con el propósito de promover la sostenibilidad y la debida gestión de los recursos naturales.

En Colombia los primeros estudios limnológicos iniciaron en la década de 1970, debido a la necesidad de la identificación de los organismos en la década de 1980 se comenzó la elaboración de claves taxonómicas con el apoyo de entomólogos americanos y la participación de estudiantes de Biología de

la Universidad de Antioquia, como producto de estos estudios Roldán (1988) publicó la “Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia”, el cual fue fundamental para los inicios del conocimiento de las comunidades de macroinvertebrados en Colombia y Latinoamérica (Roldán, 2016); posteriormente este mismo autor desarrolla múltiples proyectos relacionados a este campo, de los cuales cabe resaltar la adaptación del sistema BMWP para evaluar la calidad de agua en Colombia mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos en 1997 y 1999 (Roldán, 2012).

En cuanto a los proyectos tenidos en cuenta dentro de los aspectos limnológicos se encuentra el desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia en el 2013, realizó el estudio regional continental de zonas homogéneas en el departamento del Guaviare, donde se llevó a cabo el acercamiento a la composición, estructura y función de la artropofauna, vegetación y aspectos limnológicos en ecosistemas del municipio de San José del Guaviare (Alvarez, y otros, 2013), a su vez el Proyecto “Formulación de los planes de ordenamiento y manejo de dos cuencas (Caño Grande y Río Unilla) y los planes de manejo de dos microcuencas (Platanales y La María) en el departamento del Guaviare” enmarcado en el Plan de Manejo de la Microcuenca Hidrográfica La María realizado por la CDA en el 2012, se realizaron estudios microbiológicos en seis puntos con el fin de establecer la calidad de agua en la Microcuenca mediante el método filtración por membrana (CDA, 2012).

Así mismo, los estudios base para la continuación de estos proyectos destacando a Lozano (2018) titulado “Fase de evaluación preliminar de aspectos limnológicos en el marco del proyecto estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural Serranía La Lindosa en el municipio de San José del Guaviare”, a Hoyos y colaboradores (2020) con el proyecto “Colombia y sus recursos: estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural en San José del Guaviare, Guaviare. Fase 4 - selección predios” y a Moreno y Rodríguez (2021) con el proyecto titulado “Colombia y sus recursos: estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural en San José

del Guaviare, Guaviare. Fase 7: Evaluación de aspectos limnológicos”.



Figura 1. Línea de tiempo antecedentes.

Nota. Fuente: Autor.

3.2 Marco conceptual

Es necesario tener en cuenta algunos conceptos relacionados con el uso del recurso hídrico con fines turísticos, por lo cual se hace énfasis en los siguientes conceptos:

3.2.1 Ecoturismo

El ecoturismo es una actividad que se relaciona con gran frecuencia al turismo de aventura que es designado a actividades de tipo ecológico, dentro de estos se encuentran aspectos ecológicos fundamentales para identificar dicha actividad, como lo son: minimizar los impactos negativos en el medio ambiente como en los habitantes locales, contribuir a la gestión de las áreas protegidas y a mejorar los vínculos entre las comunidades y administradores, entre otras (Jiménez Bulla, 2010). Según la Organización Mundial del Turismo (OTM), lo define como: “El ecoturismo es un tipo de actividad turística basado en la naturaleza en el que la motivación esencial del visitante es observar, aprender, descubrir, experimentar y apreciar la diversidad biológica y cultural, con una actitud responsable, para

proteger la integridad del ecosistema y fomentar el bienestar de la comunidad local” (Organización Mundial del Turismo, 2019).

3.2.2 *Turismo de naturaleza*

En Colombia en 2012 se estableció la Política de Turismo de Naturaleza por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT) a partir de la cual se define el turismo natural como “ aquel cuya oferta de productos y servicios se desarrolla en torno a un atractivo natural que se rige por principios de sostenibilidad”. En El Plan de Sectorial de Turismo 2018-2022 “Turismo: El propósito que nos une” indica que el turismo de naturaleza es una oferta turística especializada en torno al ecoturismo específicamente en áreas protegidas, turismo de aventura, agroturismo, turismo rural, acuaturismo y turismo científico, que se viene consolidando en Colombia debido alto potencial, lo cual permite establecer parámetros diferenciadores de importancia y se debe dar continuidad a la consolidación en la oferta de productos y actividades especializada .

3.2.3 *Desarrollo sostenible*

El desarrollo sostenible es considerado un objetivo de protección futura de los recursos renovables y no renovables y continuos, este es el mantenimiento de las capacidades ambientales a niveles (que como mínimo) eviten catástrofes y en el mejor de los casos den la oportunidad a las siguientes generaciones de disfrutar del consumo ambiental de igual forma, dentro de este se tienen en cuenta tres factores fundamentales: el ambiental, el económico y el social, que deben ser integrados como un proceso socio ecológico (Jiménez Bulla, 2010).

3.2.4 *Evaluación biológica de la calidad de aguas*

A partir de esta se evalúa la calidad de los cuerpos de agua, donde se tiene en cuenta y se relacionan múltiples conceptos básicos para su desarrollo, dentro de los cuales se encuentran los macroinvertebrados bentónicos, estudios microbiológicos y parámetros fisicoquímicos y fisiográficos correspondientes a los

cuerpos de agua. Se define la calidad del agua según el uso final de la misma, en aspectos generales se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que le permiten el desarrollo de las comunidades de organismos que le son propias (Medina, Avendaño, & Guillin, 2018).

3.2.4.1 *Caudal*

Es la cantidad, calidad y régimen o estacionalidad de flujos de agua que lleva un río en cierto tiempo, la que depende de la precipitación y escurrimiento de la cuenca, requeridos para sostener los ecosistemas dulceacuícolas y estuarinos (Arocena, 2016; ICC, 2017).

3.2.4.2 *Macroinvertebrados bentónicos*

Según Roldán (2016) se consideran macroinvertebrados bentónicos a todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Principalmente están conformados por poblaciones de platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos, son categorizados como organismos bioindicadores de la calidad del agua por su amplia distribución y por poseer ciclos de vida relativamente largos, dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados y cualquier cambio de condición ambiental afecta a la composición de las comunidades presentes en dicho hábitat, lo que quiere decir que tienen diferentes rangos de tolerancia a las condiciones del medio, esto hace posible estimar los impactos provocados por actividades antrópicas (Roldán & Ramírez, 2008).

3.2.4.3 *Índice de Biological Monitoring Working Party - BMWP*

Método para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como indicadores, para este solo es requerido llegar al nivel taxonómico de familia y a partir de estos se obtienen datos cualitativos (presencia/ausencia) (Roldán & Ramírez, 2008); se fundamenta en otorgar valores de 1 a 10 a las diferentes familias de macroinvertebrados, las familias que son más tolerantes a la contaminación tienen

valores menores y por el contrario los más sensibles los mayores valores, la suma total de los valores es el indicador de calidad biológica de la comunidad (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental, 2008). Este método fue modificado por Roldan (2003) para Colombia, obteniendo el BMWP/Col, el cual permite conocer la dinámica de las familias de macroinvertebrados en esta zona tropical.

3.2.4.4 *Parámetros físicoquímicos para estudios limnológicos*

3.2.4.4.1 *Temperatura*

Es la unidad de medida que expresa el grado de calor del agua, puede definir ciertas propiedades y procesos que se llevan a cabo en el medio acuático (ONGAWA, 2015). La actividad biológica varía a medida que la temperatura también lo hace (Aznar, 2000), debió a que es un parámetro clave para el desarrollo estable de la biota acuática, debido a la función que cumple durante la regulación de los procesos metabólicos de los organismos y así mismo los procesos relacionados con la transformación de alimento (Obando, 2021).

3.2.4.4.2 *Oxígeno disuelto*

Hace referencia a la cantidad de oxígeno presente en el agua (Perdomo, 2015). Las fuentes de oxígeno son la precipitación fluvial, la difusión de aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada, la solubilidad del oxígeno en el agua se encuentra directamente relaciona a la temperatura, la presión atmosférica, la salinidad, la contaminación y la altitud y la presión hidrostática (Roldán & Ramírez, 2008).

3.2.4.4.3 *pH*

Es la medida de la concentración de iones de hidrógeno, la cual interviene en el equilibrio de diferentes sustancias (Fernández & Volpedo, 2020), las aguas donde la concentración de iones de hidrogeno son superiores a los hidroxilos (OH-) son consideradas ácidas obteniendo un valor de pH por debajo de 7.0,

por el contrario, si las concentraciones de hidroxilos son superiores a los iones de hidrogeno son agua básicas o alcalinas y tiene un valor de pH superior a 7.0. Dicho parámetro permite identificar el grado de disociación de sustancias externas al cuerpo de agua y a su vez las condiciones de los procesos tanto aeróbicos como anaeróbicos dentro de medio (Perdomo, 2015).

3.2.4.4.4 *Conductividad*

Medida de la capacidad que presenta el agua para conducir electricidad. (Fernández & Volpedo, 2020). La propiedad de conducir corriente eléctrica depende de la presencia de iones, la concentración, la movilidad, la valencia y la temperatura de la medición; dichos iones provienen de la disociación de sales en disolución por lo cual hay una relación con la concentración de estas (IDEAM, 2006; Solís, Zúñiga, & Mora, 2017). La variación de conductividad se relaciona con la productividad de los ecosistemas y distribución de los organismos (Espejo, 2017).

3.2.4.4.5 *Sólidos disueltos totales*

Hace referencia a la suma de los iones solubles en agua dentro de los cuales se encuentran cloruros, magnesio, calcio, potasio, sulfatos, sodio, entre otros (Espejo, 2017); la variación de la concentración es según la influencia ejercida a causa de la naturaleza del sustrato o por efectos de actividades antrópicas. Al aumentar los valores de sólidos disueltos se incrementa la salinidad en el cuerpo de agua (Roldán, 1992).

3.2.4.4.6 *Salinidad*

Se refiere al contenido de sales presentes en el agua, el origen de la salinidad se puede relacionar el con la estructura geológica, la secuencia sedimentológica o ser de tipo antropogénico. A mayor concentración de sales menor diversidad de organismos (Roldán, 1992; Ribera, 2016).

3.2.4.4.7 *Dureza*

Es una medida cuantitativa que tiene en cuenta la presencia de iones de calcio y magnesio en el agua, biológicamente se considera que las agua con niveles bajos de dureza (aguas blandas) son poco productivos y por el contrario aguas con altos valores de dureza (aguas duras) son altamente productivas (Roldán & Ramírez, 2008; Espejo, 2017).

3.2.4.4.8 *Sulfitos*

Son iones difundidos en aguas naturales, considerados como indicadores de contaminación debido a la acción del hombre (Severiche *et al.*, 2013), el incremento de estos se asocia a vertimientos de aguas residuales doméstica, industriales y agrícolas (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013; Espejo, 2017).

3.2.4.4.9 *Nitratos*

Son fuente principal de iones en el ambiente terrestre y acuático; el origen natural es a partir del contacto del agua con los desechos de animales terrestres (como reptiles, aves e insectos) con el agua (Roldán & Ramírez, 2008). El incremento en la concentración de nitratos en aguas superficiales puede ser causado por el uso de fertilizantes y vertimientos de agua residuales domésticas (Espejo, 2017).

3.2.4.4.10 *Hierro*

Forma parte de las proteínas que participan en el transporte de oxígeno, elemento esencial para la síntesis de pigmentos respiratorios de diversos organismos y así mismo para la fotosíntesis (Bucher & Bucher, Limnología física y química, 2006). Según Roldán & Ramírez (2008) el contenido de hierro en aguas neotropicales es relativamente bajo.

3.2.4.5 *Microbiológicos en aguas de uso recreativo*

A partir de la evaluación microbiológica se evalúa calidad de los cuerpos de agua mediante la determinación de la presencia/ausencia de microorganismos indicadores, son aquellos que cuentan con un

comportamiento similar a los patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana (Arcos, Ávila, Estupiñan, & Gómez, 2005).

3.2.4.5.1 *Coliformes totales y fecales*

El grupo de microorganismos coliformes son considerados indicadores de contaminación bacteriana ya que estos son comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como animales homeotermos, a su vez tienen la capacidad de permanecer más tiempo en el agua que las bacterias patógenas. Los coliformes totales se caracterizan por fermentar lactosa a 35 a 37°C y producir ácido y gas (CO_2), los géneros que los componen son: *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella* (Larrea, Rojas, Romeu, Rojas, & Heydrich, 2012) en cuanto a los coliformes fecales (termotolerables) comprende exclusivamente el género *Escherichia* el cual es de origen fecal, se caracterizan por ser capaces de fermentar lactosa a 44,5°C. Las bacterias pertenecientes al tracto intestinal no sobreviven en el medio acuático, la velocidad de mortalidad está ligada a ciertos factores fisicoquímicos, por lo que la presencia de coliformes en el agua indica contaminación reciente (Apella & Araujo, 2005).

3.2.5 *Uso del agua*

Se clasifica el uso del agua en dos categorías: consuntivos y no consuntivos. En cuanto al uso consuntivo engloba la extracción o consumo agua del lugar de origen en función de actividades agrícolas, ganaderas, industria minera o para fines domésticos y municipales. Por otro lado, los usos no consuntivos, hace referencia a todos aquellos usos que se llevan a cabo en el ambiente natural de la fuente de agua sin la necesidad de extracción o consumo del recurso, donde su uso va destinado a las necesidades ecológicas ambientales y para el hombre en aspectos recreativos o productivos (Gayoso & Iroumé, 2000; Cruz & Bielsa, 2001).

3.3 Marco legal

A continuación, se presenta el marco legal del correspondiente trabajo, dividido por temáticas.

Tabla 1. Marco legal del estudio

Tema	Norma	Nombre	Descripción
General	Ley 23 de 1973 expedido por el Congreso de la República	Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones	Art. 1. se establece el objetivo de: “prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para poder defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional”. Art. 3. Se contempla como bienes contaminables el aire, el agua y el suelo. Art. 4. “Se entiende por contaminación la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y fauna, o afectar los recursos de la Nación o particulares”.
	Ley 1523 de 2012 expedido por el Congreso de la República	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones	Art. 3. Principios generales. Principio de sostenibilidad ambiental, en donde se satisfacen las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de los sistemas ambientales de satisfacer las necesidades futuras e implica tener en cuenta la dimensión económica, social y ambiental del desarrollo. La explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituye en características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuye a la gestión del riesgo de desastres.
	Decreto 2811 de 1974 expedido por la Presidencia de la República de Colombia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Art. 1. El ambiente es un patrimonio común. El estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. Art. 2. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos.
	Decreto 1076 de 2015 expedido por la Presidencia de la República de Colombia	Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición	Art 1.2.1.1. Busca realizar levantamiento y manejo de información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, además de obtener, almacenar, analizar, estudiar y divulgar la información básica sobre hidrología, geomorfología, suelos, cobertura vegetal y aprovechamiento de los recursos biofísicos.
Agua	Decreto 2811 de 1974 expedido por la Presidencia de la República de Colombia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Art. 86. Se menciona que toda persona tiene derecho a hacer uso de las aguas de dominio público, con el fin de satisfacer necesidades propias esenciales de su familia y animales sin causar afectaciones a terceros. Esto, deberá hacerse sin provocar desviaciones o detención del cauce, sin emplear maquinaria, ni deteriorar el cauce o la corriente y sin generar contaminación de las aguas de tal forma que impida el aprovechamiento por terceros.

<i>Decreto 1541 de 1978 expedido por la Presidencia de la República de Colombia</i>	<i>Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.</i>	Art. 1. Reglamenta las normas con el recurso "agua" en todos sus estados y comprende en otras disposiciones el dominio y conservación de las aguas no marítimas, cauces y riveras. También posee reglamentación en donde se incluye la declaración de reservas, restricciones, limitaciones, permisos, concesiones y condiciones para la construcción de obras hidráulicas, cargas pecuniarias, sanciones, entre otros.
<i>Decreto 1729 de 2002 expedido por la Presidencia de la República de Colombia</i>	<i>Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones</i>	Art. 4. La ordenación de una cuenca tiene como objeto principal el planteamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y sus recursos hídricos.
<i>CONPES 3550 expedido por la República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación</i>	<i>Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química</i>	Se somete a consideración los lineamientos de una política integral de Salud Ambiental, para contribuir en un enfoque integral de mejoramiento de calidad de vida y bienestar de la población, donde se busca fortalecer la gestión integral para la prevención, manejo y control de factores ambientales, especialmente en componentes de calidad del aire, calidad de agua y seguridad química.
<i>Decreto 1575 de 2007 expedido por la Presidencia de la República de Colombia</i>	<i>Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano</i>	Art. 1. Establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo. Art. 2. Agua potable o agua para consumo humano: Es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.
<i>Decreto 3930 de 2010 expedido por la Presidencia de la República de Colombia</i>	<i>Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones</i>	Capítulo 4. Donde se establecen la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas y marinas. Art. 15. Uso recreativo. Se entiende por uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce: 1. Contacto primario, como en la natación, buceo y baños medicinales. 2. Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca.
<i>Decreto 1076 de 2015 expedido por la Presidencia de la República de Colombia</i>	<i>Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible</i>	Capítulo 2. Donde se reglamenta el uso y aprovechamiento del agua, teniendo la Sección 1. Donde vincula las disposiciones generales, preservación, manejo y uso de las aguas. Art. 2.2.3.3.9.7. Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para fines recreativos mediante contacto primario son los siguientes: Coliformes fecales 200 microorganismos/100ml, Coliformes totales 1.000 microorganismos/100ml, Compuestos fenólicos 0,002 y Tensoactivos 0,5.
<i>Decreto 1376 de 2013 expedido por la Presidencia de la República de Colombia</i>	<i>Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial</i>	Art. 1. Reglamentar el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial.

Autoridad Ambiental-CDA	Resolución 959 de 2018 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio de la cual se reglamenta parcialmente el artículo 2.2.3.3.1.7 del Decreto 1076 de 2015 y se dictan otras disposiciones	Art. 2.2.3.3.5.3 Se prevé el control de los criterios de la calidad del recurso hídrico por fuera de la zona de mezcla conforme a los dispuesto en la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico.
	Decreto 99 de 1993 expedido por el Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Art. 31 Funciones de las corporaciones autónomas regionales, en las cuales se dispuso: Numeral 2. Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente. Numeral 12. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.
	Resolución 426 de 2014 expedido por el Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se adopta medidas para afrontar los efectos del fenómeno de El Niño en la jurisdicción de la Corporación	Art. 2 Prohibir en los municipios que hacen parte de la Corporación CDA el uso de agua provista por acueductos o tomada directamente de fuentes hídricas para riego de pardos, jardines, lado personal de autos y actividades no autorizadas. Art. 7 Los prestadores de servicios públicos domiciliarios de agua, incluidas las Asociaciones de Usuarios del Servicio de Agua, deberán realizar monitoreos al caudal y a la calidad de agua de las fuentes hídricas e informar permanentemente a la autoridad ambiental.
	Decreto 1640 de 2012 expedido por Presidencia de la República de Colombia	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones	Art.5 De los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. Los instrumentos que se implementarán para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, son: 1. Planes Estratégicos, en las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas. 2. Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico, en las Zonas Hidrográficas. 3. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, en Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente. 4. Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, en las cuencas de nivel inferior al del nivel subsiguiente de la Subzona Hidrográfica. 5. Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos Art. 8 De las Evaluaciones Regionales del Agua. Las autoridades ambientales competentes elaborarán las evaluaciones Regionales del Agua, que comprenden el análisis integrado de la oferta, demanda, calidad y análisis de los riesgos asociados al recurso hídrico en su jurisdicción para la zonificación hidrográfica de la autoridad ambiental, teniendo como base las subzonas hidrográficas. Art. 12. Del alcance. El Plan Estratégico de la respectiva macrocuenca se constituye en el marco para: Numeral 7. Establecer criterios y lineamientos de manejo hidrológico de los principales ríos de la macrocuenca por parte de las autoridades ambientales, en términos de cantidad y calidad, al igual que los usos del agua a nivel de subárea.

Nota. Fuente: Autor.

4. Justificación

Es de gran importancia la calidad del recurso hídrico para establecer la misma es necesario efectuar un monitoreo teniendo en cuenta la estructura, georreferenciación, características biográficas, así mismo la implementación de índices biológicos que permitan establecer la calidad ligados a los factores fisicoquímicos y análisis microbiológicos. También, delimitar los diferentes usos que pueden ser llevados a cabo del recurso por las personas.

En la zona de estudio el recurso hídrico es de gran interés para los diferentes prestadores de servicio turístico, donde cada vez se ve el incremento del fuerte turístico con relación al recurso, el cual se puede ver afectado y alterar su calidad por las diferentes actividades antrópicas y así mismo siendo una preocupación frente a la salud pública de todo aquel que hace uso de este siendo su mayoría gente del territorio.

Es pertinente desarrollar proyectos que permitan el seguimiento y continuidad en diferentes aspectos que permitan evaluar la calidad del recurso hídrico, generando la necesidad de llevar a cabo este proyecto enfocado a la Serranía Lindosa con enfoque a la calidad de cinco cuerpos de agua en cuanto aspectos limnológicos y a diecinueve predios para los aspectos microbiológicos, a su vez a partir del desarrollo del mismo se da cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible específicamente al objetivo 6 de agua limpia y saneamiento el cual tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos.

5. Objetivos

5.1 *Objetivo general*

Implementar estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural en el Municipio de San José del Guaviare, Reserva forestal Serranía La Lindosa con respecto a la evaluación de aspectos limnológicos y microbiológicos

5.2 *Objetivos específicos*

- Caracterizar los aspectos biológicos, fisicoquímicos y fisiografía asociados a las cuencas Caño Rojo, Caño Brisas, Caño Retiro, Caño Seco y Caño Retirito
- Determinar las características microbiológicas de once cuerpos de agua de uso recreativo pertenecientes a diecinueve predios de la Serranía la Lindosa
- Establecer la valoración del uso del agua para diecinueve cuerpos de agua de la Serranía la Lindosa
- Desarrollar como valor agregado fichas técnicas informativas de la calidad de los cuerpos de agua a partir los aspectos limnológicos y microbiológicos para la transferencia del conocimiento a los propietarios beneficiarios de los mismos

6. Método

6.1 Área de estudio

El proyecto se desarrolló en el departamento del Guaviare, en el municipio San José del Guaviare, en la Serranía La Lindosa (Figura 2).

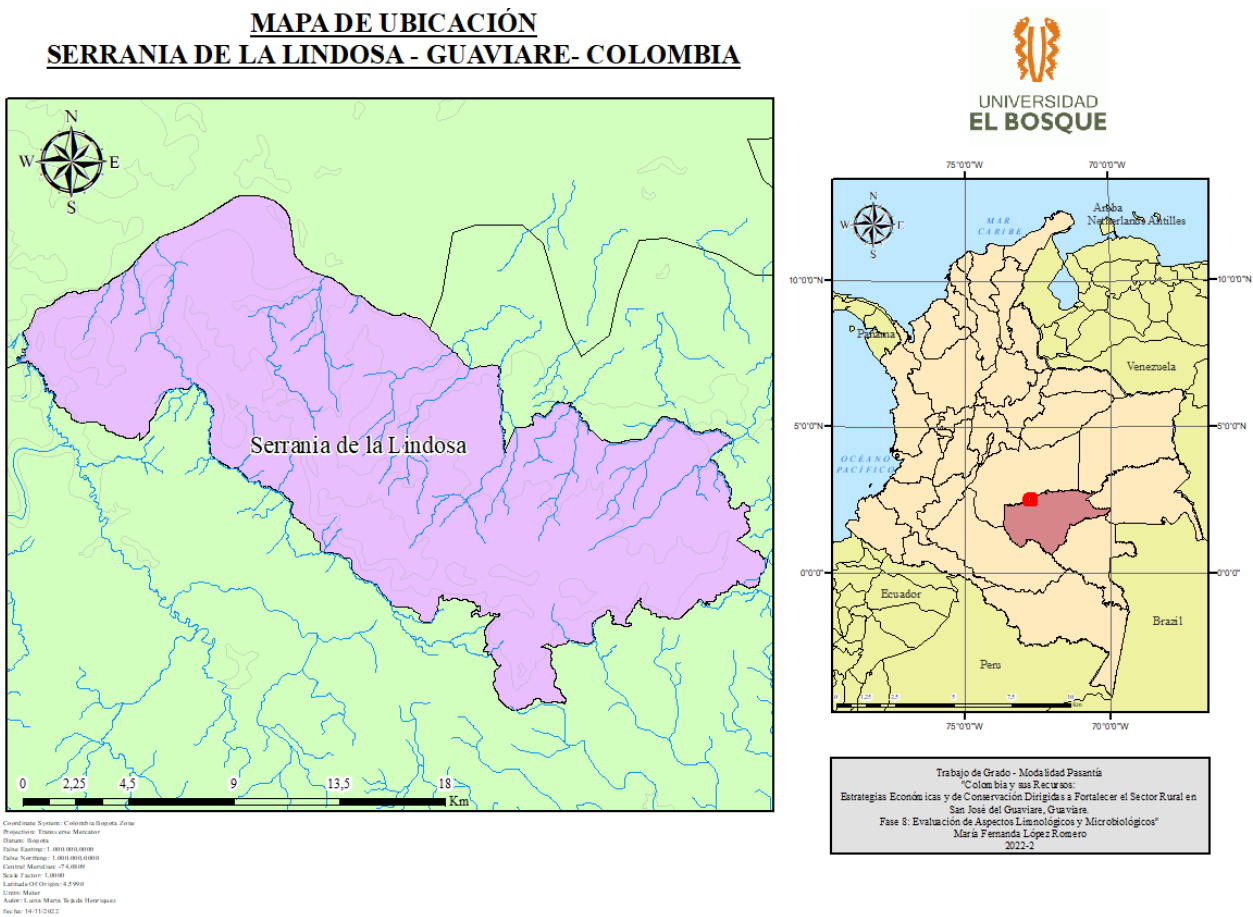


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.
Nota. Fuente: Tejada, 2022.

6.1.1 Georreferenciación de los predios

Se realizó la georreferenciación de los diecinueve predios estudiados acompañadó de una descripción de la ubicación en la cual contiene el nombre de la vereda donde se encuentra el predio, la distancia en kilómetros del casco urbano del municipio de San José del Guaviare y las respectivas coordenadas.

6.1.2 Georreferenciación de los cuerpos de agua

Se llevó a cabo la georreferenciación de los cuerpos de aguas estudiados, tanto para los aspectos

limnológicos siendo estos cinco cuerpos de agua pertenecientes a cuatro predios y así mismo para los aspectos microbiológicos siendo once cuerpos de agua pertenecientes a diecinueve predios.

6.2 *Evaluación de aspectos limnológicos*

Se llevaron a cabo en cinco cuerpos de agua, distribuidos en cuatro predios. El desarrollo metodológico consistió en tres fases, la primera fase consistió en la colecta en campo de los datos biológicos, fisicoquímicos y fisiográficos, teniendo en cuenta los formatos desarrollados por Moreno & Rodríguez (2021), esta fase inició a finales del mes de marzo y finalizó a principios del mes de mayo del 2022, durante la segunda fase de llevo a cabo la identificación biológica en campo de los organismos colectados mediante la implementación de la guía de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia (Roldán, 1996) y las claves taxonómicas de los macroinvertebrados sudamericanos (Domínguez & Fernández, Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, 2009) y finalmente en la fase tres a partir de los datos obtenidos se realizó el análisis correspondiente para cada estación a partir del diseño estadístico.

6.2.1 *Toma de datos y variables limnológicas evaluadas*

Se compiló la información suministrada por el propietario de cada predio. Se realizó una estandarización de la información compilada con ayuda de los formatos realizados por Lozano (2019) y modificado Moreno & Rodríguez (2021). A partir de esto se diligencio el formato respectivo a la visita (Anexo 1) y el formulario del uso del agua (Anexo2).

En cada una de las estaciones se midió 200 metros para la respectiva toma de muestras, se tuvo en cuenta la accesibilidad y los límites de cada predio. Se implemento el protocolo de campo para la evaluación biológica de la calidad de las aguas realizado por Roldan (2003) y fue modificado por Lozano (2019) (Anexo 3).

6.2.1.1 *Variables fisicoquímicas y fisiográficas*

Para cada punto evaluado se midieron las variables fisicoquímicas tales como: temperatura (°C),

oxígeno disuelto (mg/L), conductividad (uS/cm), sólidos disueltos totales (ppmTSD) y pH. Así mismo, se realizó medición de variables geomorfológicas de cada estación dentro de las que se encuentran: el tipo de sustrato, ancho, profundidad, velocidad, entre otras; las anteriormente mencionadas se tuvieron en cuenta debido a que estas son las principales variables a tener en cuenta según la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para aguas superficiales continentales del 2018.

6.2.1.2 Métodos para los datos fisicoquímicos y fisiográficos

Para cada estación se registró y tomo datos fisicoquímicos del recurso hídrico y así mismo los datos fisiográficos. A partir de la implementación del Kit HANNA, equipos electrónicos y técnicas primarias, se obtuvo los resultados de forma directa en campo.

6.2.1.2.1 Características fisiográficas de los cuerpos de agua

- Tipo de sustrato: Se identificó el tipo de sustrato el cual está clasificado según el tamaño de las partículas las cuales pueden ser: piedra (más de 20 mm), grava (entre 2 y 20 mm), arena (entre 0,2 y 2.0mm), barro (menos de 0.2 mm).
- Ancho y profundidad del cauce: Con ayuda de un decámetro, se midió la distancia transversal de los cuerpos de agua. Por otro parte, se registró la profundidad en las dos orillas y en el centro del cuerpo de agua, posteriormente se promediaron los valores registrados para obtener la profundidad total por estación
- Velocidad: Mediante un flujómetro se estableció la velocidad y a partir de este valor se calculó la velocidad del caudal media (m/s) y el caudal (m^3/s). Se registra el valor del flujómetro pasados de 30 segundos, se realizaron tres réplicas y posteriormente obtuvo el promedio de los daros registrados.

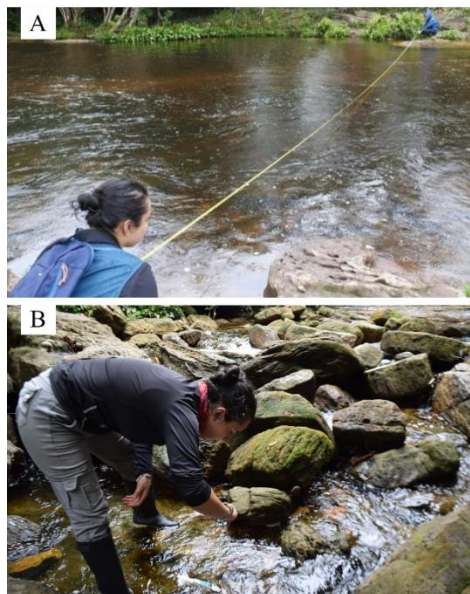


Figura 3. A. Medición flujo de agua con flujómetro. B. Medición flujo de agua con flujómetro.

Nota. Fuente: Autor.

6.2.1.2.2 Variables fisicoquímicas de los cuerpos de agua

En cuanto a las variables pH, conductividad, sólidos disueltos totales (ppm TSD), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), salinidad (PSU), Presión atmosférica (mmHg) se registraron y tomaron los datos directamente en la fase de campo mediante el uso del Multiparámetro HANNA.

Respecto a la dureza se realizó mediante la medida cuantitativa de iones (hierro, zinc y magnesio) que contiene una determinada muestra; la cuantificación se fundamenta en el método de valoración ácido etilendiamino- tetraacético (EDTA), para el desarrollo de esta se utilizó el Kit de Agua HI 3817 con la prueba de dureza HANNA HI 3812, donde se debe separar 5 ml de agua adicionándole una gota de buffer de dureza y una del indicador calmagite, se agita y se ve el viraje de color de la solución cambia de color de amarillo a violeta, seguido de esto se lleva a cabo una titulación de la solución con el reactivo HI 3813-0 EDTA hasta que la solución se torne color púrpura. Finalmente el valor obtenido de la titulación se multiplica por 300 para obtener la dureza en ppm de $CaCO_3$.

Los sulfitos se valoraron a mediante el Kit de Agua HI 3817 con la prueba de sulfitos HANNA 3822, se toman 5 ml de la muestra de agua a la cual se adicionan cuatro gotas de ácido sulfámico y se agita,

seguido de la adición de cuatro gotas de EDTA, dos de ácido sulfúrico y una gota del indicador “STRACH”, seguido de una titulación con el reactivo HI 3822-0 hasta que el color de la solución se torne de color azul. La cantidad total de mililitros utilizados del reactivo para titular se multiplican por 200 y a partir de esto se obtiene la medida de sulfitos en ppm de Na_2CO_3 .

Se establecieron los valores del hierro por medio del Kit de Agua HI 3817 con la prueba correspondiente a hierro HANNA 3834. Se toma una muestra de 10 ml de agua, a la cual se le adiciona un sobre de la fenantrolina HI 3834 en forma de polvo y se agita, se deja reposar por cuatro minutos y posteriormente se compara con el cubo de colores para la obtención del nivel de hierro en el agua en mg/L.

6.2.1.3 Variables Biológicas

Se realizó la colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos para cada estación de muestreo. La variable que se consideró fue de tipo cualitativo (presencia/ausencia).

Marcomo 900cm²

6.2.1.4 Método para la colecta biológica

6.2.1.4.1 Macroinvertebrados Bentónicos

Se llevaron a cabo dos diferentes métodos de colecta con Red Surber y colecta manual. Para el caso de un muestreo en aguas poco profundas y con bajas corrientes se implementó la Red Surber marco de 30cm de lado con un área de 900cm² y 69 cm de longitud de la red, la cual consiste en ubicar el marco de la red en el fondo del cuerpo de agua a contracorriente y con las manos se remueve el sustrato creando una corriente que permitirá el ingreso de los organismos a la red y finalmente al frasco colector, posteriormente el material colectado se dispone en recipientes con alcohol al 70%. Para el caso de colecta manual se realizó el levantamiento de raíces, troncos, hojas y rocas que se encontraran sumergidos, los organismos fueron retirados con ayuda de un pincel con el fin de no dañar las estructuras externas de los organismos colectados y depositados en recipientes con alcohol al 70%.

Para el procesamiento e identificación de las muestras en campo se hizo uso de un estereoscopio acompañado de guías de identificación. Posteriormente se realizó la debida separación de los organismos en tubos de ensayo con las respectivas etiquetas para el ingreso del material al Museo de Ciencias de la Universidad El Bosque.

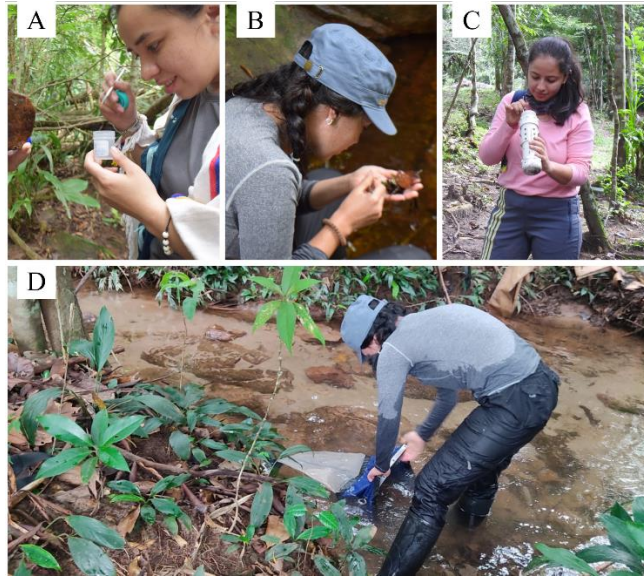


Figura 4. A y B. Colecta manual de Macroinvertebrados. C. Revisión del Colector de la Red Surber. D. Método de colecta de Macroinvertebrados con Red Surber.
Nota. Fuente: Autor.

6.2.1.5 Diseño estadístico

6.2.1.5.1 Índice del Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia - BMWP/Col y Average Score PerTaxon - Puntuación promedio por tasa (ASPT)

Para el cálculo del índice BMWP/Col se identificaron los organismos hasta el nivel taxonómico de familia.

Tabla 1. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP/Col y ASPT

Clase	Calidad	Valor de BMWP	Valor del ASPT	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	>9-10 >8-9	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas	Azul
II	Aceptable	61-100	>6,5-8	Ligeramente contaminadas: Se evidencia efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	>4,5-6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	>3-4,5	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy Critica	<15	1-3	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota. Fuente: Arango et al., 2008.

A partir de la identificación taxonómica se establecieron las puntuaciones ecológicas para cada familia según el grado de tolerancia a la eutrofización (Anexo 4), posteriormente se realizó la suma de las puntuaciones obtenidas, el cual fue tenido en cuenta para el cálculo del valor de Average Score PerTaxon - Puntuación promedio por tasa (ASPT), se obtuvo mediante la división de la puntuación de BMWP por el número de familias identificados. Cabe destacar que los dos valores se clasifican de forma independiente en los grados de contaminación y a través de ellos poder identificar la calidad del agua que será representado con un color (Arango, Álvarez, Arango, Torres, & Monsalve, 2008)(Tabla 1).

6.2.1.5.2 *Análisis de varianza*

El análisis de varianza se realizó mediante RStudio versión 4.2.1, para cinco variables (temperatura,pH, conductividad, oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales). La prueba de normalidad se realizó por medio de la prueba Shapiro-Wilk (muestra menor a 50 datos) y se empleó la prueba de Levene para la prueba de homocedasticidad de las variables. Con respecto a estos resultados y el cumplimiento de los supuestos, se determinó si la prueba era paramétrica o no paramétrica. En el caso de las pruebas

paramétricas, se realizó el ANOVA y se corroboró con ayuda de una prueba Tukey, para el caso de las paramétricas se empleó una prueba de Kruskal-Wallis y se corroboró con una prueba Dunn, con el fin de establecer si se presentan diferencias significativas entre las medias.

6.3 *Evaluación de aspectos microbiológicos*

El desarrollo metodológico se llevó a cabo en tres fases, la primera fase se llevó a cabo durante todo el mes de abril del 2022, la cual consistió en la toma y registro de muestras de agua y los respectivos datos fisicoquímicos, posteriormente en la siguiente fase se elaboraron las pruebas de análisis microbiológicos correspondientes a coliformes totales y fecales en las instalaciones del laboratorio INBIBO de la Universidad El Bosque y finalmente en la última fase se realizaron los análisis de los resultados de las pruebas microbiológicas en conjunto con la clasificación del uso del agua para los cuerpos de agua de uso recreativo analizados.

6.3.1 *Toma de muestras y datos fisicoquímicos microbiológicos*

Se tomó la muestra en una botella de vidrio ámbar de 300ml previamente esterilizada y rotulada para cada punto muestreado, ubicando la botella de forma perpendicular y a contracorriente del cuerpo de agua, una vez sumergida la botella se abre y se toma la muestra dejando una cámara de aire dentro de la misma. Fueron preservadas en una cava con hielo y posteriormente transportadas a Bogotá, permaneciendo la cadena de frío (International Organization for Standardization, 1990; International Organization for Standardization, 2012; IDEAM, 2020). A su vez tomaron datos fisicoquímicos como: Temperatura (°C), pH, Oxígeno disuelto (mg/L), Conductividad (uS/cm), Sólidos disueltos totales (ppmTSD), Salinidad (PSU) y Presión atmosférica (mmHg). (International Organization for Standardization, 2012).

6.3.2 *Análisis microbiológico*

Se llevó a cabo en once cuerpos de agua de uso recreativo. Se hizo uso del método de Número Más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de las bacterias de fermentar lactosa con producción de

Fase 8: Evaluación de aspectos limnológicos y microbiológico

ácido y gas. Se estimó la cantidad de coliformes presentes en las muestras evaluadas mediante la implantación de tres series de tres tubos con su respectiva campana de Durham, en el interior de una cámara UV con ayuda de micropipetas se le adicionaron tres concentraciones diferentes de la muestra en cada serie (0.1ml, 1ml y 10 ml) en 10ml de Caldo Bilis Verde Brillante (Caldo Brilla) siendo el medio de enriquecimiento empleado previamente esterilizado. Durante la primera fase se realizó la prueba para coliformes totales incubados a 37°C realizando dos lecturas a las 24 horas y 48 horas, en esta última se registran los resultados tomando como positivo la presencia de turbidez del medio y la presencia de gas superior o igual a $\frac{3}{4}$ de la campana de Durham (se puede presentar un viraje del medio de color azul verdoso a amarillo o amarronado) y como negativo la ausencia de turbidez y/o gas. Para la determinación de coliformes fecales se realizó a partir de los tubos positivos de la primera fase, tomando la muestra de dichos tubos repitiendo el mismo procedimiento antes descrito con una variación en la temperatura de incubación siendo de 45°C. Una vez registrados los resultados se procedió a consultar la tabla de NMP de la cual se obtienen los reportes finales (Camacho, y otros, 2009; IDEAM, 2020). Se estableció la calidad de agua teniendo en cuenta el Decreto 1076 de 2015 por medio del cual en el artículo 2.2.3.3.9.7. establece los criterios de calidad con fines recreativos mediante contacto primario (natación, buceo y baños medicinales), donde indica que los criterios de calidad admisible para destinación del recurso son de Coliformes fecales 200 microorganismos/100ml y Coliformes Totales 1.000 microorganismos/100ml.

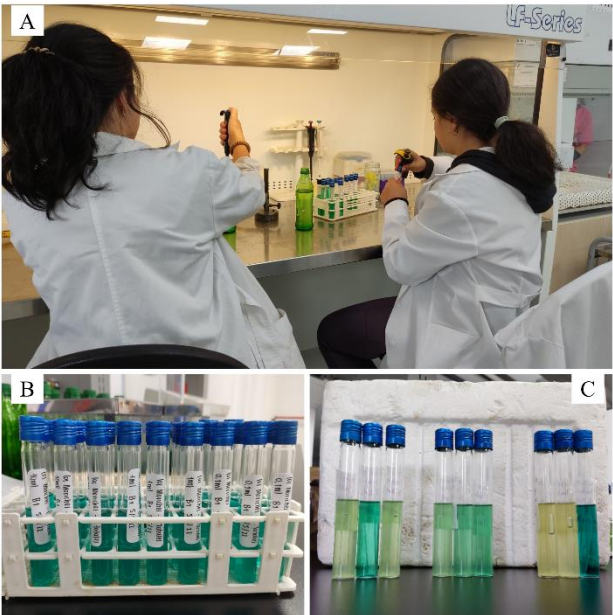


Figura 5. A. Adición de las diferentes concentraciones. B. Tres series de tres tubos con Caldo Brilla y campana de Durham con la respectiva rotulación. C. Revisión del Colector de la Red Surber. D. Resultados a las 48h de Coliformes Fecales.
 Nota. Fuente: Autor.

6.4 Método para la clasificación del uso del agua

Se estableció el uso del agua para los predios evaluados partir de la clasificación propuesta por Cruz y Bielsa (2001), posteriormente modificada por Santafé y Lozano (2018) seguida de Moreno y Rodríguez (2021), dicha clasificación abarca dos grupos (consuntivo y no consuntivo); así mismo se recopiló y actualizó la información del uso de los cuerpos de agua anteriormente estudiados por Lozano (2019), Hoyos y colaboradores (2020) y Moreno y Rodríguez (2021).

Tabla 2. Definiciones para la clasificación del uso del agua		
Clasificación	Uso	Definición
Consuntivo	Consumo Humano y Doméstico	Bebida directa, preparación de alimentos, higiene personal y limpieza de elementos (frutos y utensilios)
	Agrícola	Riego de cultivos y afines a ellos
	Pecuario	Consumo ganadero y demás animales de la propiedad

No consuntivo	Industrial	Procesos manufactureros (Minería, hidrocarburos, aditivos y/o medicamentos) y productos de
	Pesca y Acuicultura	Actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas
	Preservación de flora y fauna	Para conservación de plantas y animales
	Recreativo	Nadar, baño medicinal, bucear, deportes náuticos
	Estético	Para armonización y embellecimiento del paisaje
	Navegación	Transporte de materiales en cualquier tipo de embarcación
Nota. Fuente: Moreno y Rodríguez, 2021.		

6.5 *Elaboración de productos de transferencia del conocimiento*

6.5.1 *Talleres*

En el marco del proyecto “Plan estratégico para el turismo rural comunitario en la Reserva Forestal Protectora Nacional Serranía La Lindosa – Angosturas II, San José del Guaviare y su área de influencia. Fase: Diseño de protocolos para la gestión del agua en la salud del turista y de la comunidad” en el marco de la “Convocatoria para el fortalecimiento de proyectos en ejecución de CTeI en ciencias de la salud con talento joven e impacto regional (874)” del Ministerio de Ciencias de Colombia, se llevaron a cabo tres talleres teórico paracitos en el Auditorio de Corpolindosa.

6.5.1.1 *Taller cartografía social en relación al recurso hídrico en la Serranía La Lindosa*

Dirigido a los propietarios de los predios que cuentan con el recurso hídrico de uso recreativo pertenecientes a la Serranía la Lindosa convocados por una invitación formal entregada de manera física a cada propietario (Anexo 29), con los objetivos de conocer la cartografía proporcionada por los propietarios por los predios en relación al recurso hídrico y las actividades potenciales que pueden afectar a la calidad del mismo, a partir de esto generar herramientas para la organización y entendimiento de la ubicación de

los cuerpos de agua, sus afluentes y su conexión con otros caños o ríos; en cuanto al aspecto teórico se realizó la explicación de los parámetros e índices que se toman en cuenta para establecer la calidad de los cuerpos de agua y las enfermedades que son provocadas por la baja calidad del recurso hídrico, en la parte práctica se hizo uso de mapas en formato físico en el cual los asistentes según la localización de sus predios ubicaban espacialmente los cuerpos de agua presentes y a su vez los puntos donde se desarrollan actividades que pueden ser consideradas como perjudiciales para la calidad del recurso hídrico.

6.5.1.2 Taller transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas

Orientado a los propietarios de los predios que cuentan con el recurso hídrico de uso recreativo pertenecientes a la Serranía la Lindosa convocados por una invitación formal entregada de manera física a cada propietario (Anexo 30), con los objetivos de proporcionar información referente a los estándares permisibles del recurso hídrico y sus implicaciones en la salud en casos desfavorables en la calidad y generar herramientas para los propietarios de los predios referentes a la transferencia asertiva del conocimiento a los turistas; en cuanto al componente teórico se realizó la explicación de importancia y el cómo realizar la transferencia asertiva de la información por parte de los propietarios hacia los turistas, a su vez la explicación de los diferentes factores del recurso hídrico como lo son la coloración, contenido de metales en el agua, la influencia de las diferentes actividades antrópicas sobre la calidad del recurso hídrico y las repercusiones que esto puede ocasionar en la salud tanto de los turistas como propietarios; en cuanto al componente práctico consistió en un trabajo conjunto por parte de los propietarios los cuales a partir de imágenes de diferentes cuerpos de agua con ciertas características con el propósito de identificar las razones del posible deterioro relacionado a actividades antrópicas como la introducción de ganado sin barreras a los caños o mejoramiento de la calidad del cuerpo de agua mediante cascadas o vegetación acuática.

6.5.1.3 Taller transferencia del conocimiento a la población infantil sobre macroinvertebrados y calidad del agua

Dirigido a la población infantil de los habitantes de propietarios de los predios pertenecientes a la Serranía la Lindosa convocados por medio de comunicación oral en el taller correspondiente a transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas, realizado con el objetivo de proporcionar conocimiento e información relacionada a las comunidades de macroinvertebrados y a la calidad del agua por medio de actividades didáctico-científicas; el componente teórico práctico enfocado en macroinvertebrados acuáticos se desarrolló mediante un estereoscopio y ejemplares colectados en los muestreos realizados en campo, se realizó la debida explicación del uso de la herramienta y el acercamiento a los macroinvertebrados que estaban visualizando indicando a que organismo correspondía y las características del mismo, a su vez se hizo énfasis en la importancia y función de estos organismos en los cuerpos de agua y como la labor de colecta realizada por los profesionales en campo aportan en los estudios de calidad de agua, respecto al aspecto de calidad de agua se desarrolló con ayuda de un kit de aguas para el análisis de tres muestras diferentes, estableciendo las características fisicoquímicas de cada una de ellas y en conjunto a la respectiva explicación teórica de cada resultado.

6.5.2 Fichas técnicas para los cuerpos de agua

Con la finalidad de que la población y en especial los propietarios de los predios, conozcan la calidad del cuerpo de agua que se encuentra en su zona, a partir de los resultados obtenidos y la compilación de la información obtenida en el proyecto desarrollado por Moreno y Rodríguez (2021) titulado “Colombia y sus recursos: Estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural en San José del Guaviare, Guaviare. Fase 7: Evaluación de aspectos limnológicos”, se elaboraron fichas técnicas con la información referente a la fisiografía y aspectos limnológicos por caño, así mismo fichas técnicas con la información correspondientes a microbiológicos y fisicoquímicos a los caños evaluados de los diferentes predios con una descripción de los resultados obtenidos y acompañados de un análisis de estos.

Las fichas fueron realizadas en colaboración de la joven investigadora de Minciencias Valeria Rodríguez Viana.

6.5.2 Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios

En la búsqueda de herramientas para transferir el conocimiento se realizó una reunión con los propietarios de los predios que cuentan con el recurso hídrico y hacen uso de este mismo para recreación, que tenía como objetivos proporcionar información referente al proyecto en relación a un producto de cocreación con los tenedores del territorio referente a la importancia del recurso hídrico, la calidad del mismo y acuerdos de cooperación entre propietarios, establecer las narrativas por parte de los propietarios de la importancia del recurso hídrico y compilar la información suministrada con el propósito de la creación de una cartilla teniendo en cuenta los la perspectiva, puntos de vista y necesidades expresadas.

7 Resultados

7.1 Georreferenciación de los predios

En la Tabla 4 se pudo observar georreferenciación de cada uno de los predios estudiados con su respectiva descripción de la ubicación y en la Figura 6 la ubicación geográfica de los predios dentro de la Serranía La Lindosa.

Tabla 3. Ubicación por georreferenciación de los predios

Pedio	Ubicación	Pedio	Ubicación
Los Acacios	Vereda El Retiro, a 11,1 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 2°31'28.4"N;72°42'31.9"W	La Recebera	Vereda El Retiro, a 11 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'22.6"N;72°39'36.8"W
Charcolandia	Vereda El Retiro, a 12,3 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°30'45.1"N;72°42'45.7"W	Charcoindio	Vereda El Retiro, a 9,8 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°30'16.4"N;72°38'40.4"W
El Paraíso	Vereda El Retiro, a 16,2 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'54.6"N;72°43'28.9"W	La Lindosa	Vereda El Progreso, a 5 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°30'16.2"N;72°38'40.2"W
Trankilandia	Vereda El Retiro, a 12,6 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°30'37.9"N;72°42'51.2"W	Cheyenne	Vereda Agua Bonita, a 7 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'45.1"N;72°39'02.1"W
Los Alcaravanes	Vereda El Retiro, a 12,6 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'57.8"N;72°43'58.0"W	Ukunay	Vereda La Pizarra a 10 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°27'24.6"N;72°42'46.2"W
La Cascada	Vereda El Retiro, a 13,4 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'15.3"N;72°44'54.5"W	La Pedregosa	Vereda La Pizarra, a 18 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°27'09.6"N;72°42'08.0"W

Betel	Vereda Las Delicias, a 15,2 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°31'53.7"N;72°46'37.4"W	Diamante de las Aguas	Vereda Agua Bonita, a 8,3 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'31.2"N;72°38'06.0"W
Brisas del Nowen	Vereda Las Delicias, a 16 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°32'54.2"N;72°46'39.2"W	Moriches Amaday	Vereda El Retiro, a 10,7 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°30'29.0"N;72°43'05.0"W
La Reina	Vereda El Retiro, a 16 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'27.9"N;72°43'58.6"W	Laguna Negra	Vereda El Retiro, a 10,3 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°32'55.7"N;72°46'40.8"W
La Divisa	Vereda El Retiro, a 15,5 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare en las coordenadas 02°29'54.8"N;72°44'35.3"W		

Nota. Fuente: Autor.

MAPA ZONA DE ESTUDIO

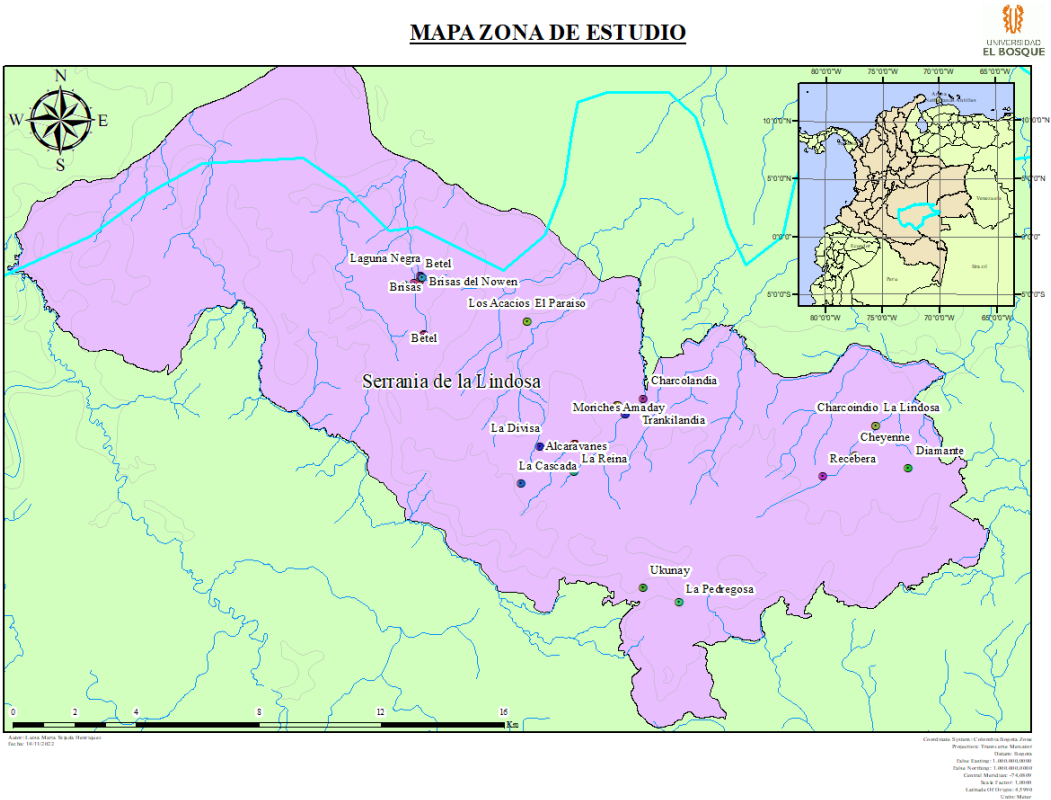


Figura 6. Ubicación geográfica de los predios estudiados.

Nota. Fuente: Tejada, 2022.

Nota. Fuente: Tejada, 2022.

En la Tabla 6 se pude observar georreferenciación los cuerpos de agua estudiados en cuanto a los aspectos microbiológicos.

Tabla 5. Georreferenciación de los cuerpos de agua de la Serranía La Lindosa correspondientes al estudio de aspectos microbiológicos.

Cuerpo de Agua	Predio	Coordenandas
Caño Retiro	Los Acacios	02°31'28.4"N;72°42'31.9"W
	Charcolandia	02°30'45.1"N;72°42'45.7"W
	El Paraíso	02°29'54.6"N;72°43'28.9"W
Caño Sabana	Trankilandia	02°30'37.9"N;72°42'51.2"W
Caño Retirito	Los Alacaravanes	02°29'57.8"N;72°43'58.0"W
	La Cascada	02°29'15.3"N;72°44'54.5"W
Caño Rojo	Betel	02°32'50.1"N;72°46'42.3"W
	Brisas del Nowen	02°32'54.2"N;72°46'39.2"W
Caño Negro	La Reina	02°29'27.9"N;72°43'58.6"W
	La Divisa	02°29'54.8"N;72°44'35.3"W
Laguna Negra	Laguna Negra	02°32'55.7"N;72°46'40.8"W
Pozos Naturales	La Recebera	02°29'22.6"N;72°39'36.8"W
	Charcoindio	02°30'16.4"N;72°38'40.4"W
	La Lindosa	02°30'16.2"N;72°38'40.2"W
	Cheyenne	02°29'45.1"N;72°39'02.1"W
Caño Charcón	Ukunay	02°34'04.9"N;72°37'56.0"W
Caño Piedra	La Pedregosa	02°27'24.6"N;72°42'46.2"W
Caño Baranda	Diamante de las Aguas	02°29'31.2"N;72°38'06.0"W
Caño Seco	Moriches Amaday	02°30'29.0"N;72°43'05.0"W

Nota. Fuente: Autor.



Figura 8. Ubicación geográfica de los cuerpos de agua correspondientes al estudio de aspectos microbiológicos.

Nota. Fuente: Autor.

7.3 Evaluación de aspectos limnológicos

En los análisis y resultados correspondientes a la evaluación de aspectos limnológicos, la información se presenta de la siguiente manera: descripción general de los cuerpos de agua, resultados fisiográficos y análisis de fisicoquímicos; mapas de índice BMWP/Col y ASPT; análisis de correspondencia canónica. En cuanto a los aspectos microbiológicos se presentan resultados por predio, seguido de la clasificación del uso del agua, fichas técnicas informativas y la cartilla destinada a los propietarios de los predios.

7.3.1 Descripción general y fisiográfica de los cuerpos de agua

Caño Rojo

Este caño cruza por los predios Betel y Brisas del Nowen, los cuales se encuentran ubicados a 15,2 km del casco urbano de San José del Guaviare. Dicho cuerpo de agua se encuentra a un costado de la reserva

nutriendo al predio con el recurso hídrico y a su vez cuenta con balnearios naturales el cual es un atractivo turístico.



Figura 9. Diferentes estaciones de Caño Rojo..

Nota. Fuente: Autor.

Este cuerpo de agua se encuentra conformado por grava para el caso de la estación 1 y 2 las cuales cuentan con una exposición totalmente cubierta, en cuanto a las estaciones 3 y 4 el sustrato es principalmente piedra y cuentan con una exposición parcial. El mayor caudal registrado se presentó en la estación 1 y fue de 17,46 (m³/s). La máxima profundidad registrada fue de 0,5 metros y un ancho de 7,4 metros (Anexo 6).

Caño Brisas

Se encuentra ubicado en el predio Brisas del Nowen, ubicado a 15,2 km del casco urbano de San José del Guaviare, se encuentra a un costado de la reserva nutriendo al predio con el recurso hídrico.



Figura 10. Estación de Caño Brisas.

Nota. Fuente: Autor.

El sustrato de este cuerpo de agua se encuentra conformado por arena con una exposición totalmente

cubierta por vegetación. La profundidad de la estación evaluada fue de 0,31 metros y el ancho del caudal fue de 1,80 metros (Anexo 10).

Caño Retiro

Este caño cruza por el predio el Moriches Amaday, ubicado a 10,7 km del casco urbano de San José del Guaviare, se encuentra nutriendo al predio con el recurso hídrico y a su vez cuenta con balneario natural el cual es un atractivo turístico.



*Figura 11. Estación de Caño Retiro.
Nota. Fuente: Autor.*

El cuerpo de agua se encuentra constituido por piedras y cuenta con una exposición parcialmente cubierta por vegetación. La profundidad de la estación evaluada fue de 1,55 metros y el ancho del caudal fue de 11.38 metros (Anexo 13).

Caño Seco

Caño Seco hace parte del predio Los Moriches Amaday, el cual se encuentra ubicados aproximadamente a 10,7 km del casco urbano de San José del Guaviare, se encuentra a un costado de la reserva nutriendo al predio con el recurso hídrico y embellecimiento.



Figura 12. Diferentes estaciones de Caño Seco.
Nota. Fuente: Autor.

Este cuerpo de agua está conformado principalmente por sustrato de piedra y su exposición solar es parcialmente cubierta por vegetación. El mayor caudal registrado fue de 1,62 (m³/s), la máxima profundidad registrada fue de 1,08 metros y respecto al ancho fue de 6,41 metros (Anexo 16).

Caño Retirito

Este caño se encuentra ubicado en el predio Los Alcaravanes, el cual se encuentra ubicado a 12,6 km del casco urbano de San José del Guaviare, dicho caño nutre al predio con el recurso hídrico y a su vez cuenta con un balneario natural el cual es un atractivo turístico.

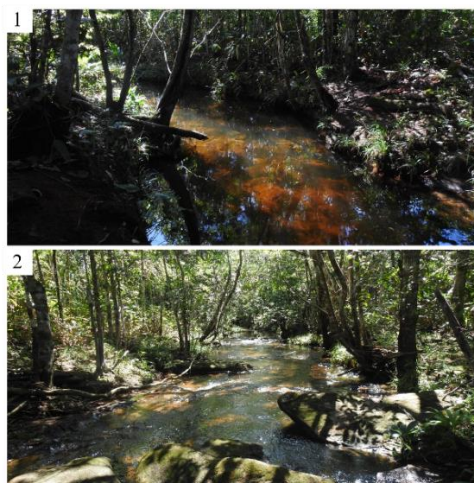


Figura 13. Diferentes estaciones de Caño Retirito.
Nota. Fuente: Autor.

El sustrato del cuerpo de agua se encuentra conformado tanto por grava como piedra, cuenta con exposición total y parcial cubierta. El mayor caudal registrado fue de 23,72 (m3/s), la mayor profundidad fue de 1,95 metros y el ancho de 8,80 metros (Anexo 20).

7.3.2 Fisicoquímicos

7.3.2.1 Temperatura

En cuanto a los valores de normalidad se presentó que tienen una distribución normal (P-value > 0,05) y cuenta con una homocedasticidad con un P-value <0,05 indicando que no son homogéneos con una confianza del 95% (Tabla 7). Debido al incumplimiento de uno de los supuestos se consideró la variable temperatura como no paramétrica.

Tabla 6. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de temperatura de los cinco cuerpos de agua.

Prueba estadística	P-value
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (< 50 datos)	0,2534
Prueba de homocedasticidad Levene	0,0001441***
Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis	0,3112

Nota. Fuente: Autor.

A partir de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis se pudo evidenciar un P-value > 0,05, lo que indica que las medias son en su mayoría similares o iguales entre sí, soportado por la prueba no paramétrica de Dunn (Anexo 24).

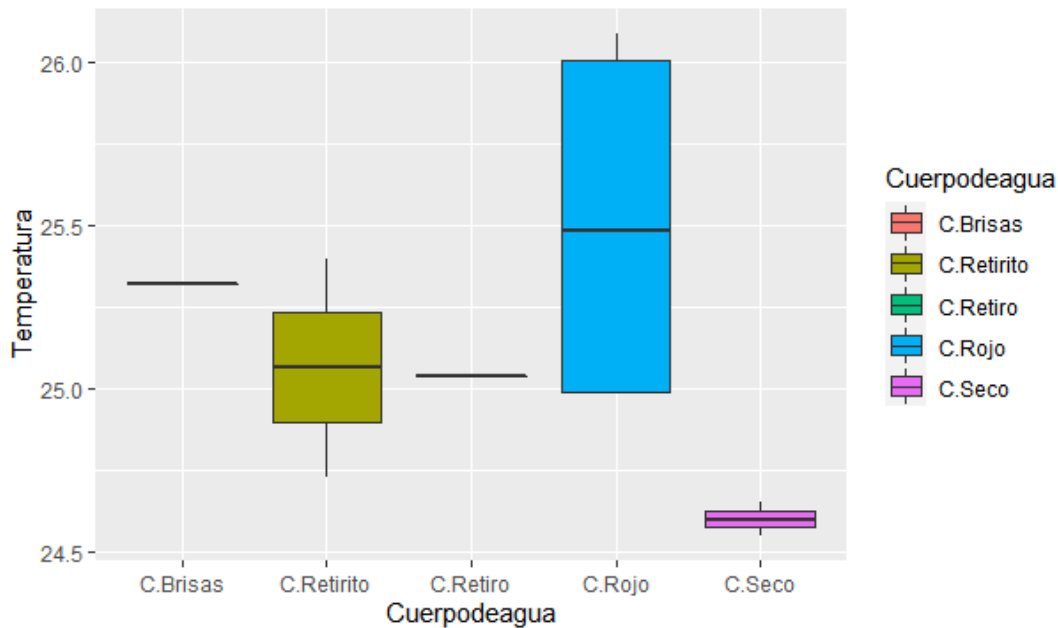


Figura 14.Boxplot para la representación de la temperatura en los cinco cuerpos de agua.
 Nota. Fuente: Autor.

La temperatura es un parámetro determinado por la latitud, altitud y época del año de la zona estudiada, este limita la distribución y la estructura de la comunidad de los macroinvertebrados (Hussain & Pandit, 2012). En el caso de zonas tropicales la temperatura permanece relativamente constante a lo largo del año lo que hace que los organismos sean poco tolerantes a cambios muy abruptos en este parámetro; en este caso los datos oscilan de 24°C a 26°C, lo cual es un rango óptimo para los organismos acuáticos (Roldán, 2012).

7.3.2.2 pH

Se presentaron valores de normalidad y homocedasticidad con P-value >0,05, indicando que los datos son homogéneos y presentan una distribución normal de la variable, con una confianza del 95% (Tabla 8). Al cumplir con lo ambos supuestos son datos paramétricos.

Tabla 7. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de pH de los cinco cuerpos de agua.

Prueba estadística	P-value
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (< 50 datos)	0,4787

Prueba de homocedasticidad Levene	0,07521
Prueba paramétrica ANOVA	0,48
Nota. Fuente: Autor.	

El ANOVA no presentó diferencias significativas (P-value > 0,05), demostrando que las medias de los datos son muy similares o iguales, lo cual es posible evidenciar en la Figura 15. A partir de la a prueba de Tukey fue comprobado (Anexo 25).

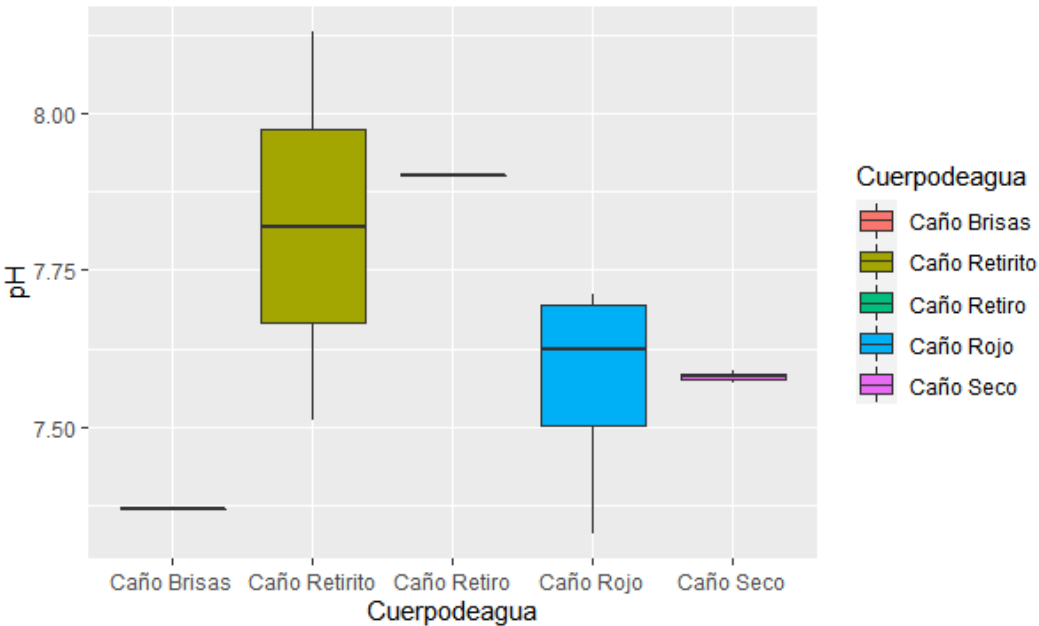


Figura 15.Boxplot para la representación del pH en los cinco cuerpos de agua.
Nota. Fuente: Autor.

Los valores de pH en aguas neotropicales naturales varían entre 6.0 y 9.0 (Roldán & Ramírez, 2008). Este parámetro tiene un gran efecto sobre la ecología de los macroinvertebrados en los sistemas acuáticos, los valores menores a 5.0 y mayores a 9.0 se consideran perjudiciales los cuales se asocian a menor diversidad, disminución en las tasas reproductivas, problemas fisiológicos, entre otros (Hussain & Pandit, 2012); la variación de los valores de este se puede relacionar con el ingreso de elementos externos que producen la modificación de hábitat o contaminación (Olarte & González, 2018). En este caso los datos

de pH oscilan de 7.0 a 8.0 indicando que se encuentran en un rango en el cual los macroinvertebrados no presentan estrés fisiológico ni problemas en la reproducción.

7.3.2.3 Oxígeno disuelto

Tanto para la prueba de normalidad y homocedasticidad presentaron un P-value < 0,05 indicando que cuentan con una distribución normal y a su vez son homogéneos. Al cumplir con ambos supuestos se considera la variable oxígeno disuelto como paramétrica (Tabla 9).

Tabla 8. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de oxígeno disuelto de los cinco cuerpos de agua.

Prueba estadística	P-value
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (< 50 datos)	0,4158
Prueba de homocedasticidad de Levene	0,7978
Prueba paramétrica ANOVA	0,0588

Nota. Fuente: Autor.

La prueba paramétrica ANOVA no presento diferencias significativas (P-value >0,05) lo señala que las medias de los datos son similares, esto se puede evidencias en la Figura 16. Lo anterior fue soportado por la prueba de Tukey (Anexo 26).

Según Roldan (2003) lo valores normales varían entre 7.0 y 8.0 mg/L, a su vez indica que la fuente principal de oxígeno es aportada por el aire que se difunde rápidamente en el agua por medio de la turbulencia y vientos en los cuerpos de agua, acompañado del efecto que tiene la temperatura sobre este parámetro en el cual a mayor temperatura menor solubilidad. Los datos obtenidos oscilan entre 3 a 9 mg/L, específicamente el Caño Brisas el cual presentó el menor valor de velocidad esto se relaciona directamente con el bajo cauda que se registro (< 1,54 m³/s), seguido de Caño Rojo el cual presento la temperatura más alta de todas la estaciones evaluadas (26,09°C) para los dos casos provocó una

disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua en un alto grado, opuesto a Caño Retirito presento el conto con el mayor velocidad de todas las estaciones el cual se relaciona con el valor del caudal para el mismo debido a que fue el mayor valor reportado para las estaciones evaluadas ($23,725\text{ m}^3/\text{s}$) brindando mayor aporte de oxígeno al cuerpo de agua.

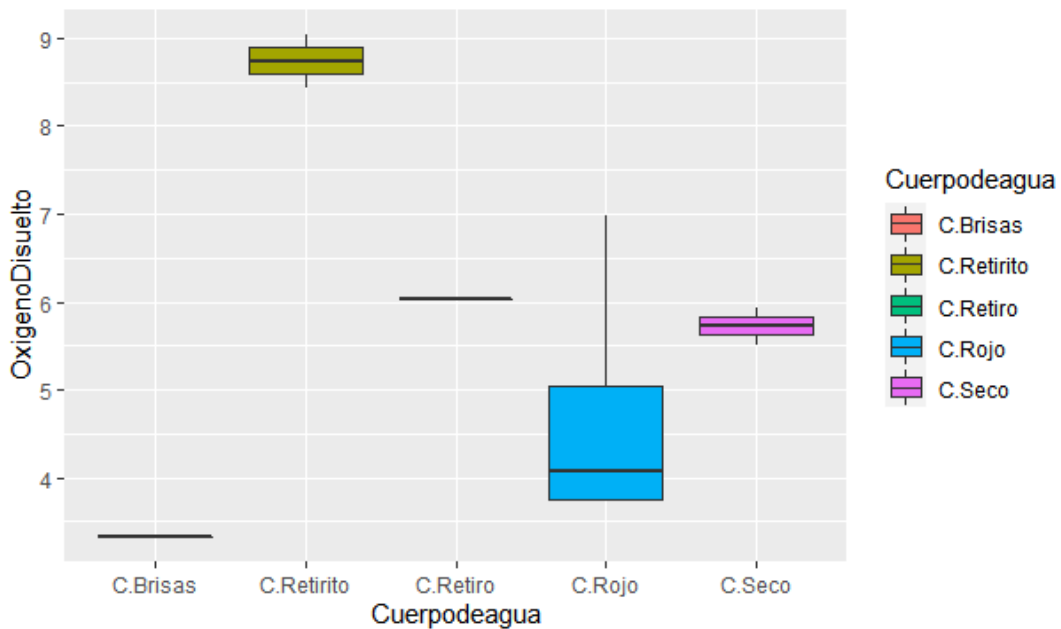


Figura 16.Boxplot para la representación del oxígeno disuelto en los ocho cuerpos de agua.
Nota. Fuente: Autor.

7.3.2.4 Conductividad

Se presentaron valores de normalidad con P-value<0,05 indicando que no cuentan con una distribución normal y homocedasticidad con P-value >0,05 siendo estos homogéneos. Se consideró la variable de oxígeno disuelto como no paramétrica debido al incumplimiento de uno de los supuestos (Tabla 10).

Tabla 9. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de conductividad de los cinco cuerpos de agua.

Prueba estadística	P-value
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (< 50 datos)	0,03617

Prueba de homocedasticidad de Levene	0,05377
Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis	0,7924
Nota. Fuente: Autor.	

Se logró evidenciar a partir de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis que las medias son en su mayoría muy similares o iguales entre sí (P-value < 0,05), posteriormente comprobado por la prueba de Dunn (Anexo 27).

Los valores de la conductividad se relacionan con la naturaleza geoquímica del terreno y la concentración de este cambia según las épocas de lluvia o sequía, mediante este parámetro se puede conocer mucho acerca del metabolismo de un ecosistema acuático (Roldán, 1992), esta indica de manera indirecta la cantidad de iones disueltos en el agua y es influenciada por diferentes factores como la productividad primaria, la geoquímica de la cuenta y el grado de descomposición de la materia orgánica. Es por esto por lo que una conductividad baja, indica la pureza del agua y la resistencia al flujo eléctrico, a su vez corresponden a altas diversidades de especies (Camacho-Reyes & Camacho-Rozo, 2010). Los valores normales se encuentran entre 30 y 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los valores inferiores a estos indican oligotrofia o baja producción y valores superiores señalan eutrofia o alta producción (Roldán & Ramírez, 2008).

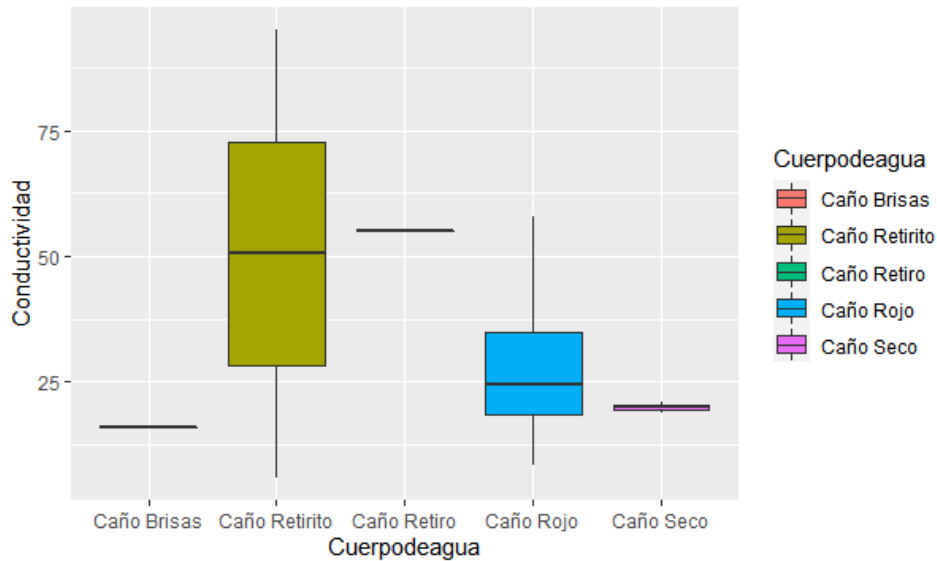


Figura 17.Boxplot para la representación de la conductividad en los cinco cuerpos de agua.
Nota. Fuente: Autor.

7.3.2.5

Solidos Disueltos Totales (TDS)

Los valores tanto para la prueba de normalidad como homocedasticidad presentaron un P-value < 0,05, lo cual demuestra que los datos de la variable solidos disueltos totales no cuenta con una distribución normal y tampoco son homogéneos, debido a que no se cumple ninguno de los dos supuestos es tomada como no paramétrica.

Tabla 10. Prueba de normalidad y homocedasticidad para los valores de solidos disueltos totales de los cinco cuerpos de agua.

Prueba estadística	P-value
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (< 50 datos)	0,0454
Prueba de homocedasticidad de Levene	0,0006511***
Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis	0,5879

Nota. Fuente: Autor.

Mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se demostró que las medias son en su mayoría similares o iguales entre sí (P-value < 0,05), corroborado posteriormente con la prueba Dunn (Anexo 28).

Los sólidos disueltos totales indican la concentración total de minerales presentes en el agua, la concentración de este es muy variable sea por efecto de la contaminación doméstica y/o industrial producido por actividades antrópicas o por la influencia a causa de la naturaleza del sustrato (Roldán & Ramírez, 2008). Para este caso, los valores oscilaron entre 3 y 46 ppm, elevadas cantidades de sólidos disueltos indican una alta conductividad de esto se puede corroborar con los datos obtenidos para Caño Retiro el cual cuenta tanto con una alta conductividad como sólidos disueltos totales.

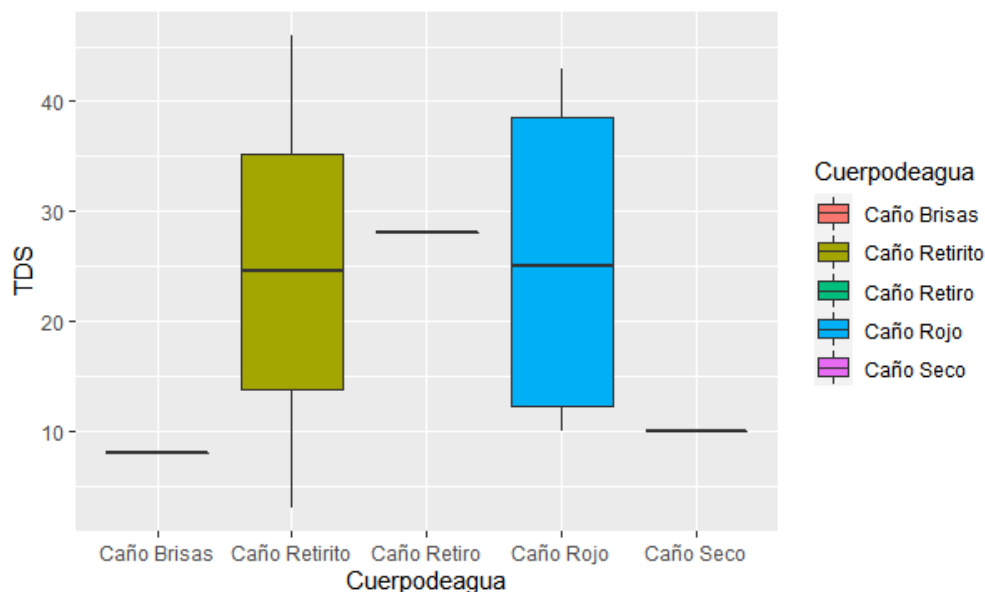


Figura 18. Boxplot para la representación de los sólidos disueltos totales (TDS) en los cinco cuerpos de agua.

Nota. Fuente: Autor.

7.3.2.6 Dureza

Según Wetzel (2001) la dureza total entre 50 a 200 $mg\ CaCo_3L^{-1}$ es un rango aceptable para organismos acuáticos, los valores de dureza registrados para los cinco cuerpos de agua evaluados se encuentran dentro del rango de 3 a 21 ppm, esto indican que son consideradas aguas muy blandas (Galarza, Quinche, Aguilera, Garzón, & Manzano, 2016), este tipo de aguas son consideradas poco productivas (Roldán, 1992).

7.3.2.7 Hierro

Respecto a la variable hierro se encontraron valores de 0 a 1 mg/L dentro de los cinco cuerpos de agua estudiados, los cuales son considerados normales y es de importancia ya que este forma parte de las proteínas que participan en el transporte de oxígeno (Bucher & Bucher, 2006).

7.3.2.8 Sulfitos

Los valores determinados para la variable sulfitos se oscilan entre los valores de 4 a 20 ppm, esto se relacionan con el producto de la reducción de sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios (Ortíz , 2008). Es de importancia el monitoreo de este debido a que presentan un grado de toxicidad afectando tanto a la vida acuática como a los que estén haciendo uso del recurso hídrico.

7.3.3 Macroinvertebrados bentónicos

Caño Rojo

El cuerpo de agua Caño Rojo tuvo un total de 15 Familias agrupadas en 9 Órdenes y 3 Clases. Los puntajes de BMWP fueron consignados en la Tabla 11 para cada una de las familias, donde se expresa que los valores más bajos son lo que presentan mayor tolerancia a perturbaciones antrópicas.

Tabla 11. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Rojo con su correspondiente puntaje BMWP según la familia.

N°	Clase	Orden	Familia	Puntaje
1	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
2	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	5
3	Insecta	Odonata	Aeshnidae	6
4	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
5	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	7
6	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	7
7	Rabbitophora	Neoophora	Planariidae	7
8	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7
9	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	8
10	Malacostraca	Decapoda	Pseudothelphusidae	8
11	Insecta	Diptera	Simuliidae	8

12	Insecta	Ephemenoptera	Leptophlebiidae	9
13	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10
14	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	10
15	Insecta	Odonata	Gomphidae	10

Nota. Fuente: Autor.

Se destacan las familias Perlidae, Psephenidae y Gomphidae por presentan puntajes de 10, lo cual indica que presentan mayor sensibilidad a la degradación del hábitat y del enriquecimiento de la carga orgánica residual; a su vez, también se encuentra la familia Chironomidae siendo la de menor puntaje (2), se caracteriza por ser muy tolerante a la contaminación por materia orgánica, a su vez constituyen parte importante de la biomasa de los ambientes lóticos y lénticos, jugando un papel determinante en los ciclos tróficos y procesamiento de detritus (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008; Roldán, 2016).

Caño Brisas

Se registro exclusivamente una familia, del Orden Ephemenoptera Clase Insecta (Tabla 12).

Tabla 12. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Brisas con su correspondiente puntaje BMWP según la familia.

Nº	Clase	Orden	Familia	Puntaje
1	Insecta	Ephemenoptera	Leptophlebiidae	9

Nota. Fuente: Autor.

La familia Leptophlebiidae tiene un puntaje de 9, siendo un indicador de aguas limpias y ligeramente contaminadas, se caracteriza por encontrarse en ambientes con condiciones aptas para el crecimiento, debido a la poca tolerancia a cambios ambientales o a niveles elevados de contaminación (Roldán, 1996).

Caño Retiro

En Caño Retiro se encontraron un total de 5 Familias donde se agrupan en 5 Órdenes y 1 Clases. En la Tabla 14 se pueden observar los puntajes de BMWP para cada una de las familias, donde se expresa que los valores más bajos son lo que presentan mayor tolerancia a perturbaciones antrópicas.

Tabla 13. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Retiro con su correspondiente puntaje BMWP según la familia.

Nº	Clase	Orden	Familia	Puntaje
1	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
2	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
3	Insecta	Hemiptera	Corixidae	7
4	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	8
5	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9

Nota. Fuente: Autor.

La familia registrada con el mayor puntaje fue Leptophlebiidae , esta se caracteriza por su adaptación a aguas limpias y ligeramente contaminadas, caracterizado por su poca tolerancia a cambios ambientales o a niveles elevados de contaminación. Por el contrario la familia con menor puntaje es Chironomidae con un valor de 2, la cual es muy tolerante a la contaminación por materia orgánica (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008); seguida de la familia Elmidae con un puntaje de 6 presentes en aguas poco profundas (Roldán, 1996).

Caño Seco

Se obtuvo para Caño Seco un total de 7 Familias, agrupadas en 5 Órdenes y en 2 Clases. Se presentan los puntajes del BMWP respectivo para cada familia (Tabla 15), presentando los valores bajos a familia con mayor tolerancia a perturbaciones antrópicas.

Tabla 14. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Seco con su correspondiente puntaje BMWP según la familia.

Nº	Clase	Orden	Familia	Puntaje
1	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
2	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	5
3	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
4	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	7
5	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
6	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	10
7	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10

Nota. Fuente: Autor.

Las familias Psephenidae y Perlidae presentan puntuaciones de 10, siendo altamente sensibles a la degradación del hábitat (Roldán, 2016). La familia con menor puntaje es Chironomidae con un valor de 2, la cual es muy tolerante a la contaminación por materia orgánica y su vez jugando un papel

determinante en los ciclos tróficos y procesamiento de detritus (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008); seguida de la familia Planorbiidae con un puntaje de 5, presentes en aguas tranquilas con cursos lentos y resisten cierto grado de contaminación (Roldán, 1996).

Caño Retirito

Para Caño Retirito se obtuvo un registro de 13 Familias agrupadas en 6 Órdenes y 2 Clases como se observa en la Tabla 16 con sus respectivos puntajes de BMWP. Presentando mayor tolerancia a perturbaciones antrópicas, los valores más bajos.

Tabla 15. Macroinvertebrados bentónicos identificados en el cuerpo de agua Caño Retirito con su correspondiente puntaje BMWP según la familia.

Nº	Clase	Orden	Familia	Puntaje
1	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
2	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
3	Insecta	Odonata	Libellulidae	6
4	Rabditophora	Neoophora	Planariidae	7
5	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	7
6	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	7
7	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7
8	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
9	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	8
10	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
11	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	9
12	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	9
13	Insecta	Coleoptera	Psephenidae	10

Nota. Fuente: Autor.

El puntaje más alto lo obtiene la familia Psephenidae, siendo altamente sensibles a la degradación del hábitat. Sin embargo, dentro de los puntajes más bajos se encuentra Chironomidae con un valor de 2, la cual es muy tolerante a la contaminación por materia orgánica (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008); seguidos de las familias Elmidae y Libellulidae con un puntaje de 6.

7.3.4 Índice de Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia – BMWP/Col

Caño Rojo

El índice BMWP se encontró dentro del rango de 37 a 83, obteniendo el menor valor la estación número 3 y el más alto la estación 4 (Anexo 9). En cuando al valor ASPT más bajo fue de 7,4 en las estaciones 2 y 3 y mayor valor fue de 7,5 en las estaciones 1 y 4, siendo la diferencia mínima entre estaciones (Figura 19). Por lo cual es posible evidenciar que todas las estaciones evaluadas cuentan con una calidad aceptable de clase II, las cuales se caracterizan por ser aguas ligeramente contaminadas, no se ve una disminución en la calidad por la presencia de balnearios naturales en las estaciones 1 y 4.

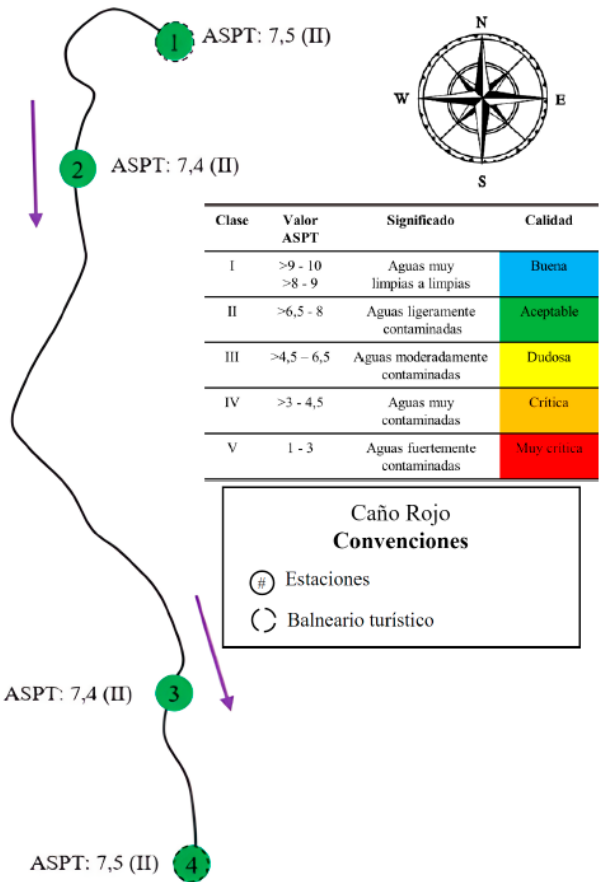


Figura 19.Clases de calidad de agua, para Caño Rojo de acuerdo con los valores obtenidos deASPT.
Nota. Fuente: Rodríguez, 2022.

Contando con el registro de varias familias de macroinvertebrados con puntajes de BMWP altos, indicando que son familias altamente sensibles a cambios en las condiciones ambientales de su hábitat, a pesar de contar con dos estaciones (1 y 4) con presencia de balnearios naturales no se ve una alta

disminución respecto a la calidad del agua.

Caño Brisas

El índice BMWP obtuvo un valor de 9 (Anexo 12), igualmente para el valor de ASPT se registró un valor de 9 (Figura 20). Teniendo que para la estación evaluada cuenta con una calidad buena de clase tipo I siendo aguas muy limpias a limpias. Es importante resaltar que exclusivamente se registró una familia para este punto sienta esta Leptophlebiidae con un puntaje de BMWP de 9, la presencia de esta en los cuerpos de agua se encuentra limitada por alta sensibilidad con la que cuenta a alteraciones ambientales (Murillo, y otros, 2016).

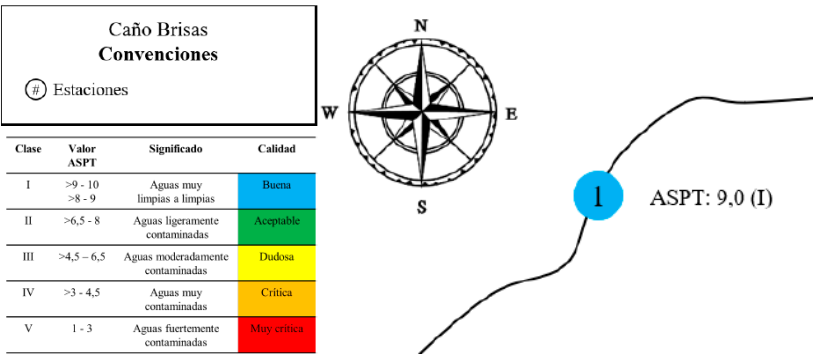


Figura 20. Clases de calidad de agua, para Caño Brisas de acuerdo con los valores obtenidos deASPT. Nota. Fuente: Rodríguez, 2022.

Caño Retiro

El índice BMWP obtuvo un valor de 32 (Anexo 15), en cuanto a el valor obtenido para el ASPT se registró un valor de 6,4 (Figura 21). Teniendo que para la estación evaluada se categoriza dentro de la calidad dudosa de clase tipo III siendo aguas moderadamente contaminadas, esto se puede relacionar con que esta estación hace parte de un balneario natural lo que provoca cierta disminución la calidad del recurso hídrico.

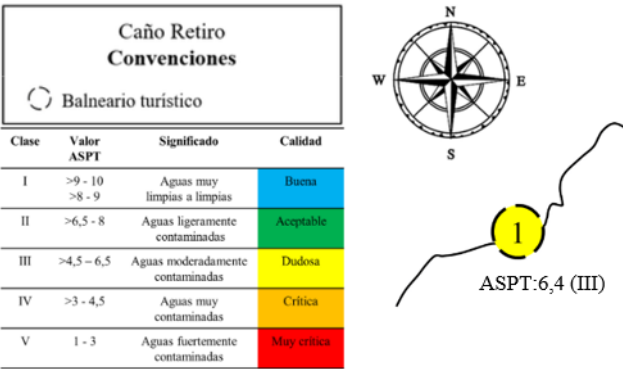


Figura 21.Clases de calidad de agua, para Caño Retiro de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.
Nota. Fuente: Autor.

A partir del registro de esta estación de gran interés al ser un balneario natural, se logró la compilación de las estaciones anteriormente estudiadas por Lozano (2019) y Moreno & Rodríguez (2021) para este mismo caño, obteniendo como resultado un compilado de 25 estaciones estudiadas dentro el periodo 2019-2022 para el Caño Retiro (Figura 22).

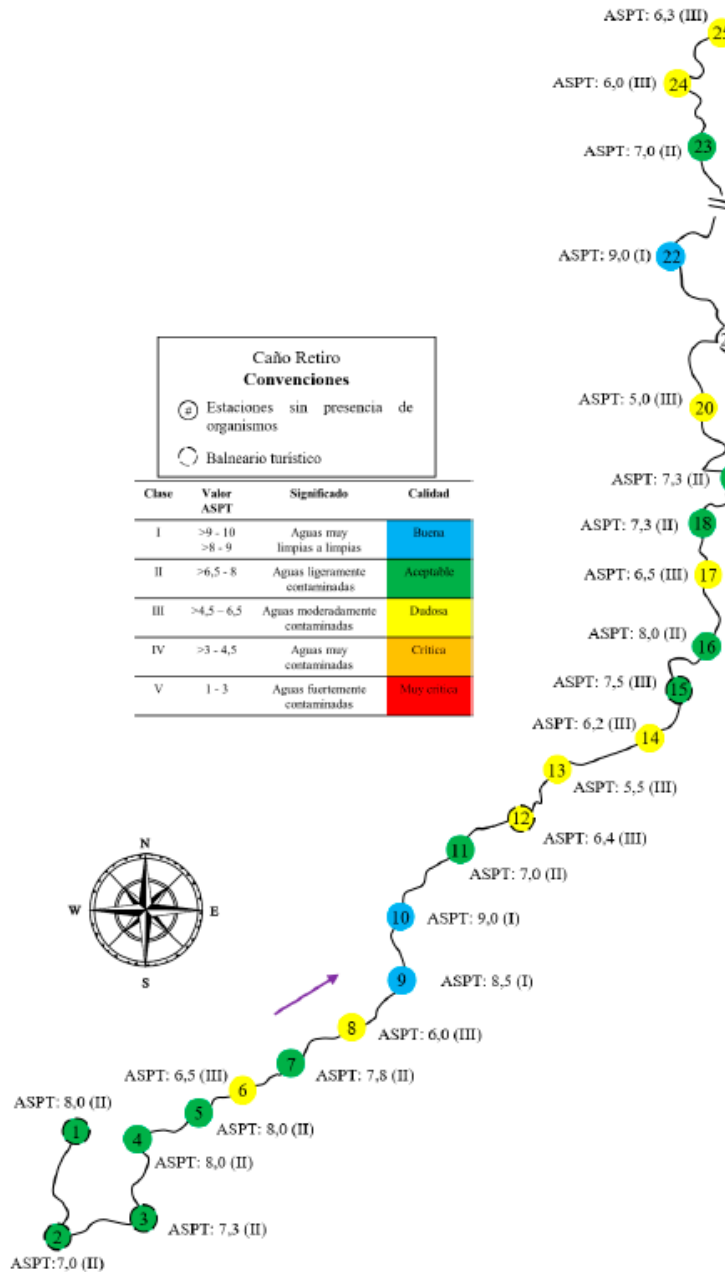


Figura 22. Compilado de las clases de calidad de agua de las estaciones evaluadas en el periodo 2019-2022 para Caño Retiro de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.

Nota. Fuente: Rodríguez, 2022.

Caño Seco

El índice BMWP se ubicó entre los valores 20 a 28, siendo el valor más bajo la estación 1 y el más alto la estación 1 (Anexo 19). En cuanto al valor ASPT el más bajo se ubicó en la estación 1 con un valor de 5,0 y el valor más alto en la estación 2 con un valor de 9,3 (Figura 23). Representando para la estación 1

una categorización de la calidad dudosa de clase tipo III siendo aguas moderadamente contaminadas y en la estación 2 una calidad buena de clase tipo I siendo aguas muy limpias a limpias; de lo cual se puede evidenciar un aumento de la calidad del recurso hídrico.

Dentro de la estación 1 de clase tipo III se encuentra la familia Chironomidae, está cuenta con un puntaje de BMWP de 2, lo que quiere de decir que es altamente tolerables a contaminación orgánica. El aumento de la calidad de la estación 2 con respecto a la estación 1, se relaciona con el incremento tanto en el caudal como la velocidad que favorece la oxigenación y la recirculación de sulfitos, cloruros, entre otros.

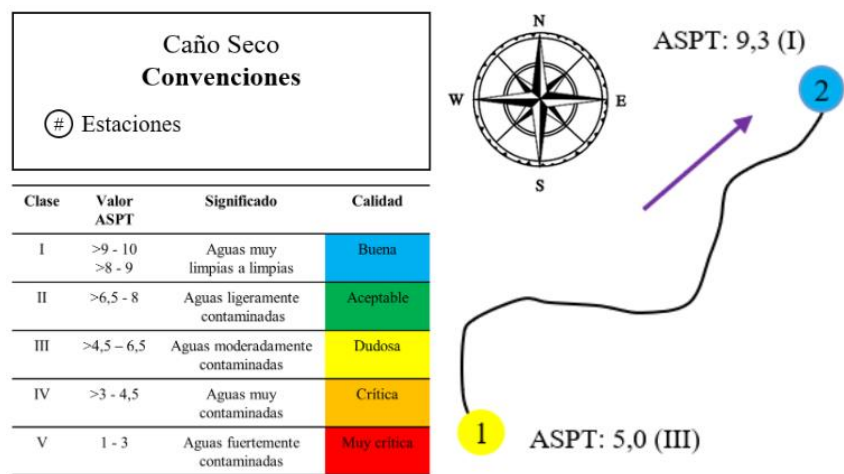


Figura 23.Clases de calidad de agua, para Caño Seco de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT. Nota. Fuente: Rodríguez, 2022.

Caño Retirito

El índice BMWP se ubicó entre los valores 8 a 76, siendo el menor valor el de la estación 1 y el mayor valor el de la estación 2 (Anexo 23). En cuanto al valor ASPT el más bajo se ubicó en la estación 1 con un valor de 4,0 y el valor más alto en la estación 2 con un valor de 6,3 (Figura 24). Se puede evidenciar un aumento de la calidad del recurso hídrico, debido que para la estación 1 se registra una calidad de agua critica de clase tipo IV siendo aguas muy contaminadas y en cuanto a la estación 2 una calidad aceptable de clase tipo II siendo aguas ligeramente contaminadas.

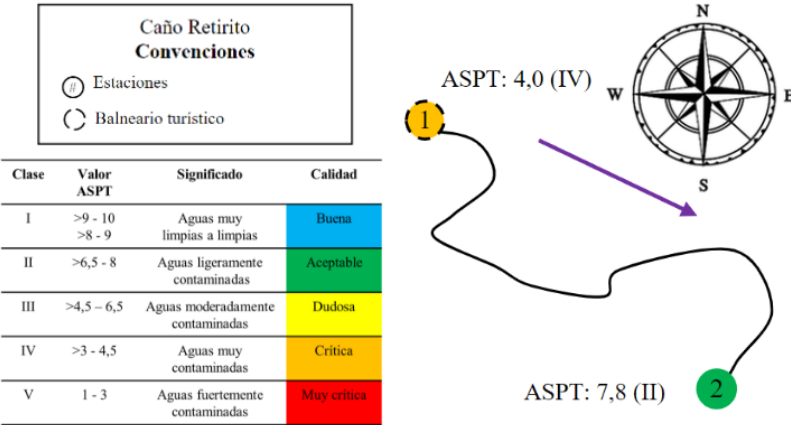


Figura 24. Clases de calidad de agua, para Caño Retirito de acuerdo con los valores obtenidos de ASPT.
Nota. Fuente: Rodríguez, 2022.

Para la estación 1 solo se registraron dos familias (Chironomidae y Elmidae), la familia Chironomidae se asocia con sistemas con altos grados de contaminación, pero son fundamental para la estructura trófica de la comunidad de macroinvertebrados siendo alimento para otros organismos (Domínguez & Fernández, 2009), lo cual se relaciona con la alta concentración de la salinidad que indica que hay una menor diversidad de organismos (Roldán, 1992; Ribera, 2016) y así mismo con la variable de la conductividad la cual según Roldán y Ramírez (2008) los valores normales en aguas dulces oscilan entre 30 y 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para este caso son superiores con un valor de 95 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esta variación se puede vincular con la productividad de los ecosistemas y distribución de los organismos (Espejo, 2017) y así mismo es importante tener en cuenta que existe la presencia de un balneario natural siendo esta una actividad antrópica externa que provoca cierto grado de disminución de la calidad del recurso hídrico; por el contrario la estación 2 cuenta un mayor registro de familias con puntajes de BMWP y a su vez con menores valores en las variables de salinidad y conductividad.

7.4 Evaluación de aspectos microbiológicos

Tabla 16. Resultado análisis microbiológico con valores en NMP de coliformes totales y fecales por predio.

Cuerpo de Agua	Predio	NMP/100ml	
		Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Caño Retiro	Los Acacio	12	<3
	Charcolandia	75	<3
	El Paraíso	44	<3
Caño Sabana	Trankilandia	20	<3
Caño Retirito	Los Alcaravanes	11	<3
	La Cascada	9,2	64
Caño Rojo	Betel	11	6,2
	Brisas del Nowen	16	9,4
Caño Negro	La Reina	39	<3
	La Divisa	39	<3
Laguna Negra	Laguna Negra	9,3	<3
Pozos Naturales	La Recebera	15	<3
	Charcoindio	11	3
	La Lindosa	24	6
	Cheyenne	16	<3
Caño Charcón	Ukunay	11	<3
Caño Piedra	La Pedregosa	15	<3
Caño Baranda	El Diamante de las Aguas	6	23
Caño Seco	Moriches Amaday	16	23

Nota. Fuente: Autor.

Según con los resultados obtenidos y en relación con los criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para fines recreativos mediante contacto primario establecidos en el Decreto 1076 de 2015 artículo 2.2.3.3.9.7., los once cuerpos de agua evaluados cumplen con los rangos permisibles. Como lo indica de Morán (2003) estos son indicadores de contaminación por desechos domésticos vertidos en los cuerpos de agua por las descargas de aguas servidas y aguas residuales sin tratamiento previo, por lo cual también es relevante identificar las posibles actividades que estén llegando a afectar la calidad del cuerpo de agua.

7.5 Uso del agua

Se estableció la clasificación del uso del agua de 22 predios empleando el formato realizado por Santafé y Lozano (2018), modificado por Moreno y Rodríguez (2021), en este se puede evidenciar los usos actuales para cada cuerpo de agua evaluado (Tabla 18).

Tabla 17. Uso del agua de los predios presentes en el estudio.

	Predio	LA	CH	TR	EP	ES	EV	MB	MA	TR	EV	DA	LD	LR	EB	BN	BN	RC	RC	CY	CI	LL	LP	MA	AL	LC	LN	CC	
Consumitivo	Cuerpo de agua	CR										CS	CT	CB	CO	CG	CSE	CN	CRO	CBR	R	PN	CF	CP	CM	CSC	CRT	LN	U
	Consumo Humano	x	x	x						x	x							x									x		
	Consumo Doméstico	x	x	x	x				x	x	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Agrícola				x									x	x							x							
	Pecuario														x	x				x	x	x	x	x				x	
	Industrial																			x	x	x	x	x					
Pesca y Acuicultura																													
No consuntivo	Preservación de flora y fauna	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Recreativo	x	x	x	x				x	x		x				x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	
	Estético	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Navegación																											x	

En la fila predio: LA: Los Acacios, CH: Charcolandia, TR: Trankilandia, AL: Alcaravanes, EP: El Paraíso, EB: El Betel, LR: La reina, LD: La divisa, LN: Laguna Negra, RC: La Recebera, CI: Charcoindio, LL: La Lindosa, U: Ukunay, CY: Cheyenne, LP:La Pedregosa, LC: La Cascada, DA: Diamante de las Aguas, MA: Moriches Amaday, EV: El Verдум, ES: La esperanza, MB: Mata Bambú;en la fila cuerpo de agua: CR: Caño Retiro, CS: Caño Sabana, CT: Caño Tití, CB: Caño Baranda, CO: Caño Okai, CG: Caño Guchire, CSE: Caño Seje, CN: Caño Negro, CRO: Caño Rojo, CBR: Caño Brisas, R: Recebera, PN: Pozos Naturales, CF: Caños Fonseca, CP: Caño Piedra, CM: Caño Morroco, CSC: Caño Retirito, LN: Laguna Negra, CC: Caño Charcón.
Nota. Fuente: López y Rodríguez, 2022.

Dentro del uso consuntivo se destaca que un 77% de los predios hacen uso del recurso hídrico de los diferentes caños para el consumo doméstico, el 27% de los predios emplean el agua del caño aledaño a su vivienda para el consumo humano, dentro de estos se encuentran los predios Los Acacios, Charcolandia, Trankilandia, Diamante de las Aguas, Brisas del Nowen y La Cascada, así mismo se encuentran predios que no llevan a cabo ningún uso de tipo consuntivo como lo son Mata Bambú, El Verдум, Los Acacios y Alcaravanes. Por otro lado, no se cuenta con ningún uso de tipo industrial, pesca y acuicultura dentro de los predios evaluados; en cuanto el uso no consuntivo el 100% de los predios en los diferentes caños emplean el recurso hídrico con fines recreativos, estéticos, de preservación de flora y fauna, exclusivamente, Laguna Negra hace uso de recurso para la navegación. Es necesario tener conocimiento del uso del agua, debido a que a partir de estos se puede explicar las dinámicas de los microorganismos y organismos que se encuentran presentes en los cuerpos de agua.

7.6 Productos de transferencia del conocimiento

7.6.1 Talleres

7.6.1.1 Taller Cartografía social en relación al recurso hídrico en la Serranía La Lindosa

Se tuvo una participación de 14 propietarios de predios de la Serranía la Lindosa, a partir de la explicación de reconocer la importancia de la calidad del recurso hídrico se dio a entender a los asistentes la necesidad de poseer cuerpos de agua con estándares de calidad permisibles teniendo en cuenta la asistencia de turistas a los predios para el uso del agua con fines recreativos, a su vez se compartió los diferentes procesos de muestreo y análisis que son desarrollados para establecer la calidad de agua con fines investigativos y los aspectos que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo de los mismos, mediante la fase practica se logró identificar y ubicar los puntos en los cuales se desarrollan actividades antrópicas que generan potenciales afectaciones sobre el recurso hídrico para cada uno de los predios de los propietarios asistentes, lo cual permitió establecer puntos de importancia dentro de la investigación.



Figura 25. Componente práctico del taller ubicación de los predios, cuerpos de agua y actividades en los mapas.

Nota. Fuente: Autor.

7.6.1.2 Taller transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas

La participación al taller fue de 12 propietarios de predios de la Serranía la Lindosa que contaban con el recurso hídrico de uso recreativo, mediante el componente teórico los propietarios lograron establecer la importancia y necesidad de poseer cuerpos de agua con estándares permisibles, teniendo en cuenta el alto flujo de turistas que acuden a los diferentes predios para hacer uso de los cuerpos de agua con fines recreativos y adquirieron herramientas para poder transferir el conocimiento de los diferentes factores que pueden presentar los cuerpos de agua (color, olor, turbidez, transparencia y presencia de macroinvertebrados acuáticos); a partir del componente práctico se dio a entender cuáles son las posibles actividades antrópicas que aportan o afectan a la calidad del recurso hídrico.



Figura 26. Componente teórico práctico del taller.
Nota. Fuente: Autor.

7.6.1.3 Taller transferencia del conocimiento a la población infantil sobre macroinvertebrados y calidad del agua

Se conto con la participación de 4 niños, mediante el componente teórico práctico de la transferencia de conocimiento fue posible contar con atención y participación activa de los participantes con las actividades como la explicación y estudio de las diferentes muestras de agua, la visualización de los organismos e identificación de las partes de los mismos, la explicación la importancia de las comunidades de

macroinvertebrados presentes en los cuerpos de agua y la aplicación de estos estudios; reforzando el conocimiento adquirido por actividades visuales, favoreciendo la comprensión y receptividad por parte de los participantes.



Figura 27. A. Explicación teórica de las características fisicoquímicas del agua. B. Visualización de macroinvertebrados al estereoscopio. C. Pruebas prácticas con el kit de aguas.

Nota. Fuente: Autor.

7.6.2 Fichas técnicas para los cuerpos de agua

Se realizaron diecisiete fichas con la información correspondiente a los aspectos limnológicos y fisiográficos (Anexo 31), para la cual se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos del índice del Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia - BMWP/Colde, Average Score PerTaxon - Puntuación promedio por tasa (ASPT) y las variables fisiográficas, la disposición de la ficha consta de una imagen del cuerpo de agua y el nombre al cual corresponden los datos, acompañado de una figura correspondiente a las clases de calidad de agua para cada estación del caño evaluado con los valores obtenidos de ASPT y los párrafos con el respectiva descripción y análisis de los resultados.



Figura 28. Disposición de las fichas técnicas informativas de la calidad del agua referente a aspectos limnológicos y fisiográficos.
Nota. Fuente: López y Rodríguez, 2022.

En cuanto a las fichas con la información correspondiente a los aspectos microbiológicos y fisicoquímicos se realizaron diecinueve (Anexo 32), se tuvo en cuenta los resultados obtenidos de coliformes totales y fecales con valores de Número Más Probable (NMP) y los datos obtenidos respecto a los fisicoquímicos, la disposición de la ficha consta de una imagen y el nombre del cuerpo de agua al cual corresponden los datos, acompañado de los rangos permisibles de los microbiológicos para el uso de agua con fines recreativos y los valores obtenidos con el respectivo análisis de los resultados; así mismo los rangos óptimos y valores obtenidos de los fisicoquímicos con la descripción y análisis de estos.



Figura 29. Disposición de las fichas técnicas informativas de la calidad del agua referente a aspectos microbiológicos y fisicoquímicos.
Nota. Fuente: López y Rodríguez, 2022.

7.6.3 Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios

Se realizó una cartilla en cocreación con los propietarios de los predios, para la cual se llevó a cabo una reunión la cual conto con una participación de 15 propietarios, de la cual se estableció y compilo las perspectivas, puntos de vista y necesidades de los tenedores del territorio (Anexo 33). La cartilla cuenta con información relacionada a la importancia del recurso hídrico, la calidad de agua, las actividades que afectan la calidad de los cuerpos de agua las cuales los propietarios pueden identificas y finalmente como actuar a partir de acuerdos de cooperación entre propietarios para mitigar los impactos de estas actividades sobre la calidad del recurso (Anexo 34).



Figura 30. Portada de la cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios.

Nota. Fuente: Autor.

8 Recomendaciones

Se recomienda realizar más muestreos en la misma época del año en la cual fue desarrollado el proyecto que fue época seca (meses de diciembre a marzo), ya que todas las fases anteriores tenidas en cuenta como antecedentes han realizado en época lluviosa; con el propósito de compilar más información y brindar monitoreo continuo de la calidad del agua para esta época y a su vez lograr un comparativo entre épocas a partir de los estudios anteriores.

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda continuar con los estudios microbiológicos con el propósito de llevar un control temporal y monitoreo regular, debido a que estos varían con el paso del tiempo, evaluando específicamente la cantidad de microorganismo como Coliforme Totales y Fecales en NMP/100ml presentes en los cuerpos de agua destinados al uso recreativo y que estos valores se encuentren dentro del rango permisible dictado por el Decreto 1076 de 2015. Es importante resaltar los caños que presentaron mayores valores de microorganismos/100ml, como lo son los caños pertenecientes de los predios a La Cascada, Betel, Brisas del Nowen, Charcoindio, La Lindosa, El Diamante de las Agua y Moriches Amaday, ya que estos a pesar de no superar los criterios de calidad admisible tienen un valor mayor de Coliformes.

Continuar la fase del macroproyecto con estudios en esta zona, para darle seguimiento a los entornos, etapas y estado de los cuerpos de agua; a su vez implementar trabajos de apropiación con los tenedores del territorio con el fin de establecer su responsabilidad sobre el cuidado de los cuerpos de agua.

9 Referencias

- Alvarez, A., Liévano, L., Ojeda, L., Cardenada, L., Delvalle, R., Herrera, E., . . . (2013). Estudio regional continental de zonas homogéneas en el Departamento del Guaviare, San José del Guaviare. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Apella, M., & Araujo, P. (2005). Microbiología de agua. Conceptos básicos. Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación de agua.
- Arango, M., Álvarez, L., Arango, G., Torres, E., & Monsalve, J. (2008). Calidad del agua de Las Quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista Eia*.
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S., & Gómez, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de fuentes de agua.
- Arocena, R. (2016). Principios y métodos de Limnología.
- Avendaño, Y., & Herrera, K. (2014). Plan de acción priorizado para La Serranía de La Lindosa y su área de influencia. *CORPORACION TURISTICA SERRANIA DE LA LINDOSA*.
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de aguas.
- Bucher, E., & Bucher, A. (2006). Limnología física y química. *Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina*.
- Bucher, E., & Bucher, A. (2006). Limnología física y química. *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)*, pp. 79-101.
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* para la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número Más Probable o NMP). 2da. Edición. *Facultad de Química, UNAM, México*.
- Camacho-Reyes, J., & Camacho-Rozo, C. (2010). Aspectos sobre la historia natural de macroinvertebrados en esteros semipermanentes de la altillanura en el departamento de Casanare. *ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia*, pp. 71-82.
- CDA. (2012). Formulación de los planes de ordenamiento y manejo de dos cuencas (Caño Grande y Río Unilla) y los planes de manejo de dos microcuencas (Platanales y La María) en el departamento del Guaviare.
- CDA. (2012). Plan de gestión ambiental regional- PGAR.
- CORPOLINDOSA. (2017). Fortalecimiento socioempresarial y adecuación financiera.
- Cruz, J., & Bielsa, J. (2001). Sobre la eficiencia, el uso sostenible del recurso del agua y la gestión del territorio. *Revista de Estudios Sobre Despoblación y Desarrollo Rural*.
- de Morán, A. (2002). Caracterización de la calidad de las aguas y sedimentos del río Atacames. *Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador*.
- Del Cairo, C., Gómez, S., Ortega, J., Ortiz, D., & Rodríguez, A. (2018). Dinámicas socioecológicas y ecoturismo comunitario: un análisis comparativo en el eje fluvial Guayabero-Guaviare. *Cuadernos de Desarrollo Rural*.
- DNP. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, Pacto por la equidad.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Fundación Miguel Lillo*.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y biología. Tucumán, Argentina*, 656.
- Espejo, M. (2017). Determinación de la calidad físico-química del agua del humedal El Juncal y su reconocimiento como ecosistema estratégico dentro de la educación básica primaria. *Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*.
- Fernández, A., & Volpedo, A. (2020). Indicadores físico-químicos: ¿Qué, cómo y cuánto reflejan la calidad del agua?
- Galarza, G., Quinche, L., Aguilera, D., Garzón, C., & Manzano, J. (2016). *Estudio Limnológico de varios sistemas lóticos y lénticos aledaños a la Reserva Yotoco-Valle del Cauca, Colombia*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental.

- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud ambiental*.
- Gayoso, J., & Iroumé, A. (2000). Catastro y localización de usos públicos no extractivos o usos in situ del agua. *Catastro y localización de usos públicos no extractivos o usos in situ del agua*.
- Hussain, Q., & Pandit, A. (2012). Macroinvertebrates in streams: A review of some ecological factors. *International Journal of Fisheries and Aquaculture Vol. 4(7)*, pp. 114-123,.
- ICC. (2017). Manual de Medición de Caudales.
- IDEAM. (2006). Conductividad eléctrica por el método electroméetro en agua.
- IDEAM. (2020). Instructivo de ensayo determinación y cuantificación de coliformes totales y E. coli en aguas superficiales, mediante la técnica de sustrato definido-colilert por el método número más probable.
- International Organization for Standardization. (1990). Método de tubo múltiples (número más probable), en: Detección y recuento de microorganismos coliformes, microorganismo coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. (ISO Standard No. 9308-2:1990).
- International Organization for Standardization. (2012). *Método de número mas probable en: enumeración de Escherichia coli y bacterias coliformes*. (ISO Standard No. 9308-2:2012).
- Jiménez Bulla, L. H. (2010). *Ecoturismo : oferta y desarrollo sistémico regional: Vol. 1*. ed. Ecoe ediciones.
- Larrea, J., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, M., & Heydrich, M. (2012). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Departamento de Microbiología y Virología, Facultad de Biología, Universidad de La Habana*.
- Lozano, D. (2019). Fase de evaluación preliminar de aspectos limnológicos en el marco del proyecto estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural Serranía La Lindosa en el municipio de San José del Guaviare.
- Medina, J., Avendaño, L., & Guillín, N. (2018). *Análisis de la calidad biológica de las fuentes hídricas*.
- MINCIT. (2012). *Política de Turismo de Naturaleza*. Dirección de Calidad y Desarrollo Sostenible del Turismo del Viceministerio de Turismo, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- MINCIT. (2018). *Plan Sectorial de Turismo 2018 – 2022 "Turismo: El propósito que nos une"*. Dirección de Calidad y Desarrollo Sostenible del Turismo del Viceministerio de Turismo, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2018). PLAN SECTORIAL DE TURISMO 2018 – 2022 “TURISMO: EL PROPÓSITO QUE NOS UNE” .
- Moreno, L., & Rodríguez, V. (2021). Colombia y sus recursos: Estrategias económicas y de conservación dirigidas a fortalecer el sector rural en San José del Guaviare, Guaviare. Fase 7: Evaluación de aspectos limnológicos.
- Murillo, M., Caicedo, O., Hernández, E., Grajales, H., Mesa, J., Cortés, F., . . . Aguirre, N. (2016). Aplicación de tres índices bióticos en el río San Juan, Andes, Colombia. *Universidad de Antioquia*.
- Obando, J. (2021). Estudio limnológico de río atrato y las ciénagas de tumaradó en jurisdicción del Paque Nacional Natural Los Katíos.
- Olarte, A., & González, D. (2018). Determinación del tratamiento y la calidad de agua utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. *Dinámica Ambiental*.
- ONGAWA. (2015). Guía básica del control de calidad de agua .
- Organización Mundial del Turismo. (2019). *Definiciones de turismo de la OMT, OMT, Madrid*.
- Ortiz , M. (2008). Estudio limnológico para determinar la calidad de agua en cuerpos lóticos. *Inventum No.5 Facultad de Ingeniería Uniminuto*, pp 10-20.
- Perdomo, A. (2015). Predicción de parámetros fisicoquímicos de calidad del agua mediante el uso de sensores remotos: caso de estudio embalse del Neusa.
- PNN. (2014). Insumo para una estrategia sostenibilidad financiera del Sistema Nacional de Areas Protegidas SINAP. *MinAmbiente*.
- Pública, F. (2019). Ficha de Caracterización Ciudad Capital, San José del Guaviare, Guaviare.
- Ribera, F. (2016). Salinidad y agua subterráneas.
- Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. *Medellin: Universidad de Antioquia*.
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia.

Fase 8: Evaluación de aspectos limnológicos y microbiológico

Universidad de Antioquia. Centro de Invesigaciones, CIEN.

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col.* Editorial Universidad de Antioquia.

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, propuesta para el uso del método BMWP - COL. *Colección ciencia y tecnología.* Editorial Universidad de Antioquia.

Roldán, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadires de la calidad del agua. CAR.

Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas del desarrollo en Colombia y Latinoamerica.

Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical.

Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. *Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.*

SINCHI. (2007). Construyendo Agenda 21 para el Departamento de Guaviare: Una construcción colectiva para el Desarrollo Sostenible de la Amazonia Colombiana.

Solís, Y., Zúñiga, L., & Mora, D. (2017). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica.

Wetzel, J. (2001). A production method for freshwater. *Rural Enterprise and Alternative Development Initiative Report. Report, 10, 1-13.*

Fuente: Moreno y Rodríguez (2021)

Anexo 3. Formato de evaluación biológica de la calidad del agua



Evaluación Biológica de la calidad de aguas

Localidad	Municipio _____	Estación _____
Corriente o lago	_____	
Descripción	_____	
Fecha	Fecha _____	Coordenadas _____
Condiciones del tiempo	_____	

Microhábitat					
Tipo	_____ Crenon (Nacimiento)	_____ Ritrón (Río de	_____ Pótamon	_____ Canal	
Ancho (m)	_____ Profundidad (m) _____				
Velocidad de la	_____ Muy rápido	_____ Rápida	_____ Moderado	_____ Baja	_____ Quieta
Tipo de sustrato	_____ Piedras	_____ Grava	_____ Arena	_____ Cieno, barro	
Exposición	_____ Abierto	_____ Muy cubierto	_____ Parcialmente		
Estructura del banco	_____ Natural	_____ Raíces	_____ Piedras	_____ Concreto	
Estructura del sustrato	_____ Limpio	_____ Materia	_____ Restos	_____ Otros	

Fisicoquímicos					
Transparencia	_____ Claro (-	_____ Turbio (10-50)	_____ Muy turbio (+10)		
Color de agua	_____ Transparente	_____ Turbia	_____ Muy turbia		
Agua	_____	uS/cm	_____		
pH	_____	ppm Tds	_____		
% DO	_____	PSU	_____		
mg/l	_____	mmHg	_____		

Técnica de muestreo	_____ Manual	_____ Red de pantalla	_____ Draga Eekman	_____ Red Surbe	_____ D-net
Área muestreada (m)	_____ Tiempo de muestreo (min) _____				

Biocenosis (microhábitats)					
Vegetación acuática	_____ Ausente	_____ Escasa	_____ Moderada	_____ Abundante	
Macroalgas	_____ Ausente	_____ Escasa	_____ Moderada	_____ Abundante	
Macroinvertebrados	_____ Ausente	_____ Escasa	_____ Moderada	_____ Abundante	
Alrededores	_____ Área residencial	_____ Agricultura	_____ Pastos	_____ Bosque	_____ Industria

Descripción					
Kit de aguas	Dureza _____	Sulfitos _____			
	Metales _____	Cloridos _____			
	Alcalinidad _____				

Caudal (cm/seg)	_____
-----------------	-------

Fuente: Roldan (2003). Modificado por: Lozano (2018)

Anexo 4. Tabla de puntuaciones para el BMWP/Col

Familia	Puntos
Anomalopsychidae, Aphelocheiridae, Athericidae, Atriplectididae, Beraeidae, Blephariceridae, Brachycentridae, Calamoceratidae, Capniidae, Chloroperlidae, Chordodiae, Goeridae, Gomphide, Heptageniidae, Hydridae, Lampyridae, Lepidostomatidae, Leuctridae, Lymnessiidae, Molannidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Perlodidae, Phryganeidae, Polythoridae, Potamanthidae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Sericostomatidae, Siphonuridae, Taeniopterygidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Amnicolidae (Hydrobiidae), Astacidae, Cordulegasteridae, Corduliidae, Gerridae, Gomphidae, Hebridae, Helicopsychidae, Macroveliidae (Hebroidea), Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Psychomyiidae, Saldidae, Simuliidae, Tateidae, Thiaridae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Ecnomidae, Ephemerellidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Neritidae, Platycnemididae, Sialidae, Staphylinidae, Rhyacophilidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Atyidae, Corphiidae, Corydalidae, Elmidae, Gammaridae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Neritidae, Platycnemididae, Sialidae, Staphylinidae, Unionidae, Vviparidae.	6
Belostomatidae, Clambidae, Crambidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Gelastocoridae, Helophoridae, Hydrochidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planariidae, Planorbiidae, Polymitarcidae, Sialidae, Staphylinidae, Unionidae, Viviparidae.	5
Anthomyidae, Cuculionidae, Chryomelidae, Dolichopodidae, Emplididae, Haliplidae, Hidracarina, Hydraenidae, Hydrometridae, Stratiomyidae, Limoniidae, Lymnacididae, Noteridae, Pscicolidae, Rhagionidae, Sphaeriidae.	4
Asellidae, Bithyniidae, Bythrinellidae, Ceratopogonidae, Cochliopidae (Hydrobiidae), Cyclobdellidae, Erpobdellidae, Glossiphoniidae, Helodidae, Hirudidae, Hydrophilidae, Hygrobatidae (Arrenuridae, Hydrachnidae, Pionidae), Ostracoda (Cypridae), Physidae, Planorbidae, Sphaeridae, Tipulidae, Valvatidae.	3
Chironomidae (Si predomina, se puntúa con 1), Culicidae, Chaoboridae, Ephydriidae, Muscidae, Sciomyzidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (Haplotaxidae, Lumbriculidae, Naididae, Tubicifidae), Syrphidae	1

Anexo 5. Tablas de área de estudio por cuerpo de agua

Caño Rojo

Estación	Coordenadas	Fotografía
1	02°32'54.2"N; 72°46'39.2"W	
2	02°32'47.9"N; 72°46'47.1"W	
3	02°31'53.7"N; 72°46'37.4"W	

4

02°31'52.5"N; 72°46'36.7"W



Caño Brisas

Estación	Coordenadas	Fotografía
1	02°32'46.6"N; 72°46'58.2"W	

Caño Retiro

Estación	Coordenadas	Fotografía
1	02°30'29.0"N;72°43'05.0"W	

Caño Seco

Estación	Coordenadas	Fotografía
1	02°30'38.3"N;72°43'13.0"W	
2	02°30'38.8"N;72°43'12.5"W	

Caño Retirito

Estación	Coordenadas	Fotografía
1	02°29'57.8"N;72°43'58.0"W	

2

02°29'57.6"N;72°43'57.8"W



Anexo 6. Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Rojo

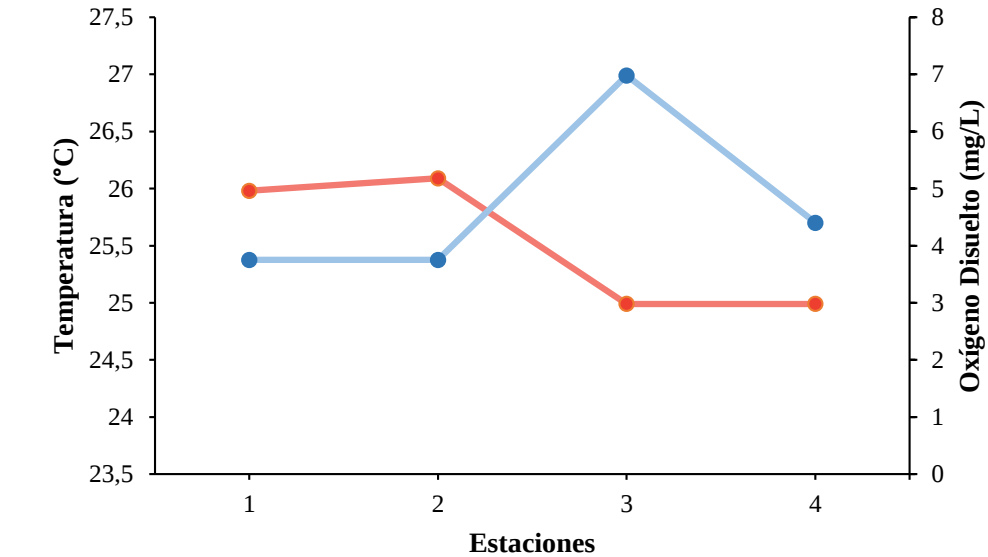
Estación	Tipo de sustrato	Exposición	Profundidad (m)	Ancho (m)	Velocidad del caudal media (m/s)	Área (m²)	Caudal (m³/s)
1	Piedras (más de 20 mm)	Parcialmente cubierto	0,5	7,40	4,72	3,7	17,464
2	Piedras (más de 20 mm)	Parcialmente cubierto	0,27	6,88	5,37	1,8576	9,975312
3	Grava (entre 2 y 20 mm)	Totalmente cubierto	0,31	2,66	2,76	0,8246	2,276
4	Grava (entre 2 y 20 mm)	Totalmente cubierto	0,41	3,10	5,07	1,271	6,444

Anexo 7. Tablas de variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Rojo

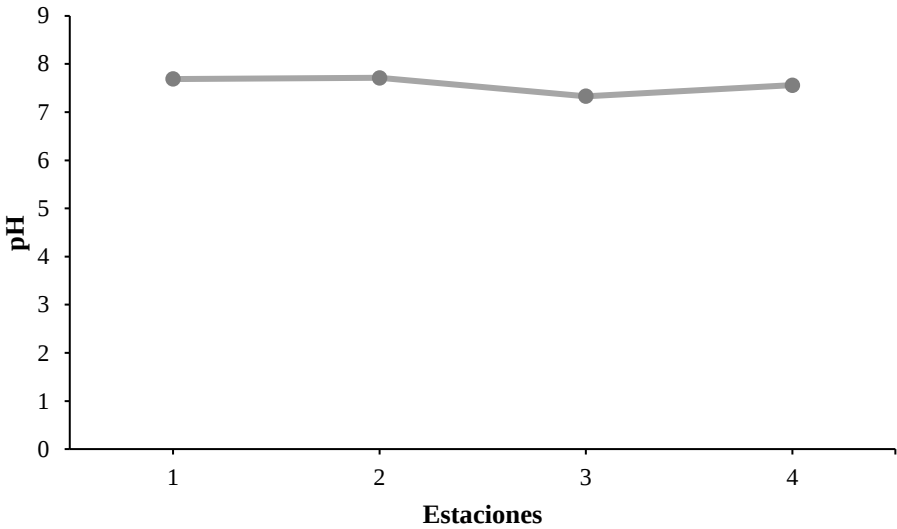
Estación	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm Tds)	Salinidad (PSU)	Presión Atmosférica (mmHg)
1	25,98	7,69	3,75	22	10	0,01	745,3
2	26,09	7,71	3,75	27	13	0,01	744,6
3	24,99	7,33	6,98	58	37	0,03	746
4	24,99	7,56	4,4	8,6	43	0,04	746,2

Estación	Dureza	Sulfitos	Fosfatos	Nitratos	Hierros
1	15	16	0	30	1
2	6	10	0	10	0
3	21	10	0	50	1
4	12	16	0	10	0

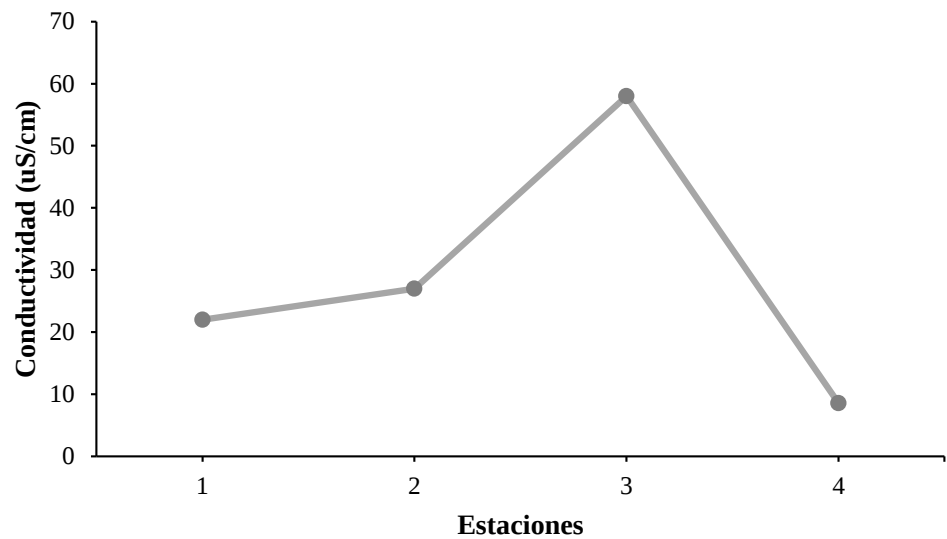
Anexo 8. *Gráficas de las variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Rojo*



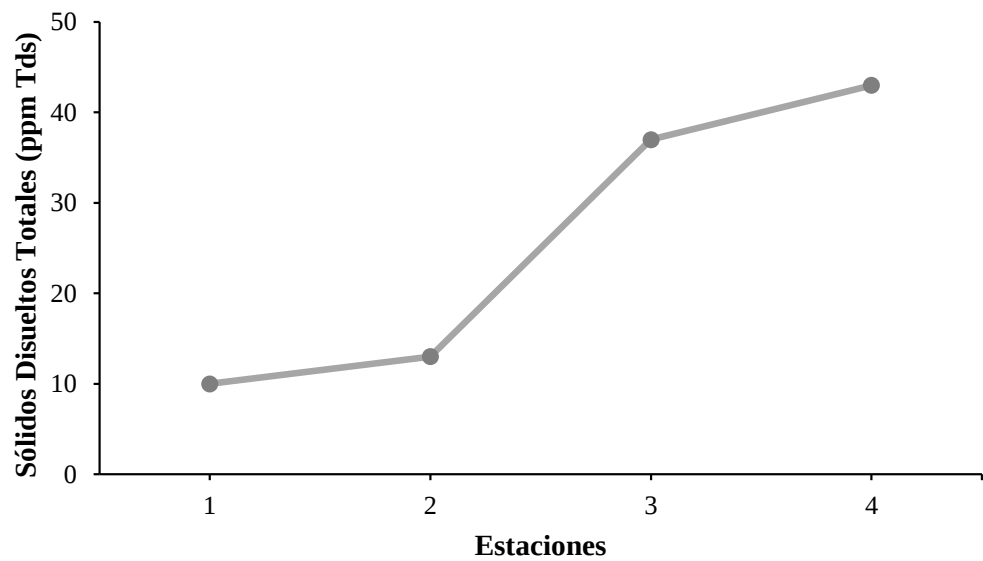
Temperatura vs Oxígeno disuelto



pH de las estaciones de Caño Rojo



Conductividad de las estaciones de Caño Rojo



Solidos Disueltos Totales de las estaciones de Caño Rojo

Anexo 9. Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Rojo

Familia	Puntaje	Estación			
		1	2	3	4
Chironomidae	2	2			
Belostomatidae	5				5
Aeshnidae	6				6
Elmidae	6	6	6	6	6
Coenagrionidae	7	7	7	7	7
Naucoridae	7		7		
Planariidae	7		7	7	7
Hydropsychidae	7				7
Helicopsychidae	8	8	8		8
Simuliidae	8	8	8		8
Pseudothelpusidae	8			8	
Leptophlebiidae	9	9	9	9	9
Perlidae	10	10			
Psephenidae	10	10			10
Gomphidae	10				10
Valor BMWP		60	52	37	83
Número de Familias		8	7	5	11
Valor ASPT		7,5	7,4	7,4	7,5
Clase		II	II	II	II

Anexo 10. Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Brisas

Estación	Tipo de sustrato	Exposición	Profundidad (m)	Ancho (m)	Velocidad del caudal media (m/s)	Área (m²)	Caudal (m3/s)
1	arena (entre 0,2 y 2.0 mm)	Totalmente cubierto	0,31	1,80	<2,76	0,558	<1,54

Anexo 11. Tabla de variables fisicoquímicas de Caño Brisas

Estación	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm Tds)	Salinidad (PSU)	Presión Atmosférica (mmHg)
1	25,32	7,37	3,33	16	8	0,01	743

Estación	Dureza	Sulfitos	Fosfatos	Nitratos	Hierros
3	6	20	1	10	1

Anexo 12. Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Brisas

Familia	Puntaje	Estación
		1
Leptophlebiidae	9	9
	Valor BMWP	9
	Número de Familias	1
	Valor ASPT	9,0
	Clase	II

Anexo 13. Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Retiro

Estación	Tipo de sustrato	Exposición	Profundidad (m)	Ancho (m)	Velocidad del caudal media (m/s)	Área (m²)	Caudal (m3/s)
1	Piedras (más de 20 mm)	Parcialmente cubierto	1,55	11,38	<2,76	17,639	<1,54

Anexo 14. Tabla de variables fisicoquímicas de Caño Retiro

Estación	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm Tds)	Salinidad (PSU)	Presión Atmosférica (mmHg)
1	25,04	7,90	6,03	55	28	0,02	744,7

Estación	Dureza	Sulfitos	Fosfatos	Nitratos	Hierros
1	9	4	1	20	1

Anexo 15. Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Retiro

Familia	Puntaje	Estación
		1
Chironomidae	2	2
Elmidae	6	6
Corixidae	7	7
Leptoceridae	8	8
Leptophlebiidae	9	9
Valor BMWP		32
Número de Familias		5
Valor ASPT		6,4
Clase		III

Anexo 16. Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Seco

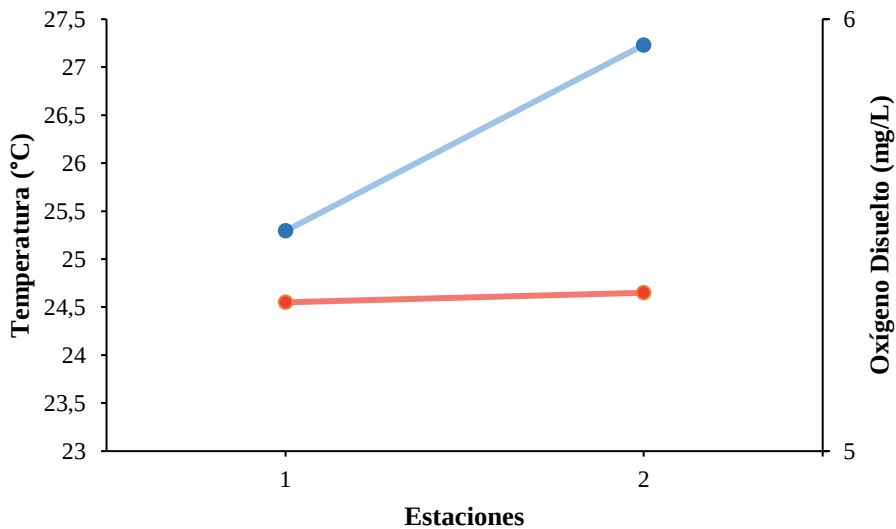
Estación	Tipo de sustrato	Exposición	Profundidad (m)	Ancho (m)	Velocidad del caudal media (m/s)	Área (m²)	Caudal (m3/s)
1	Piedras (más de 20 mm)	Parcialmente cubierto	1,08	6,41	<2,76	6,9228	<1,54
2	Piedras (más de 20 mm)	Parcialmente cubierto	0,15	2,68	4,04	0,402	1,62408

Anexo 17. Tabla de variables fisicoquímicas de Caño Seco

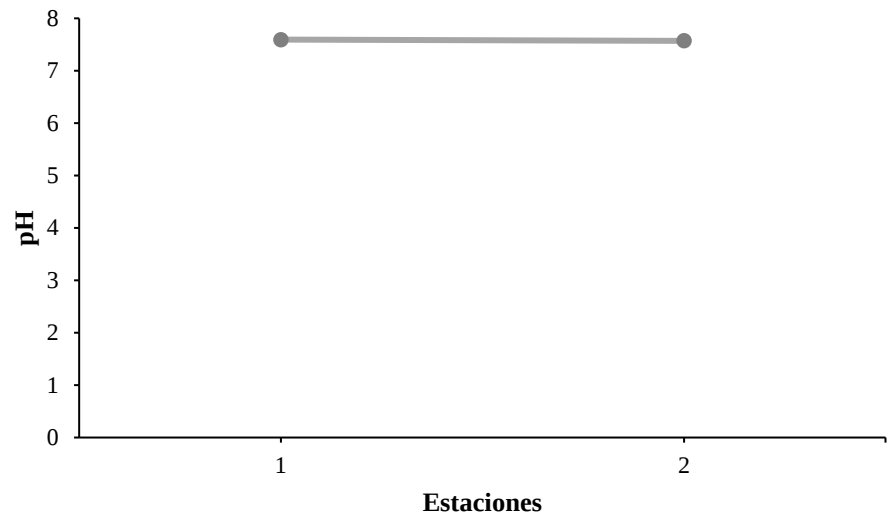
Estación	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm Tds)	Salinidad (PSU)	Presión Atmosférica (mmHg)
1	24,55	7,59	5,51	21	10	0,01	743,4
2	24,65	7,57	5,94	19	10	0,01	743

Estación	Dureza	Sulfitos	Fosfatos	Nitratos	Hierros
1	3	6	0	20	0
2	12	8	0	50	0

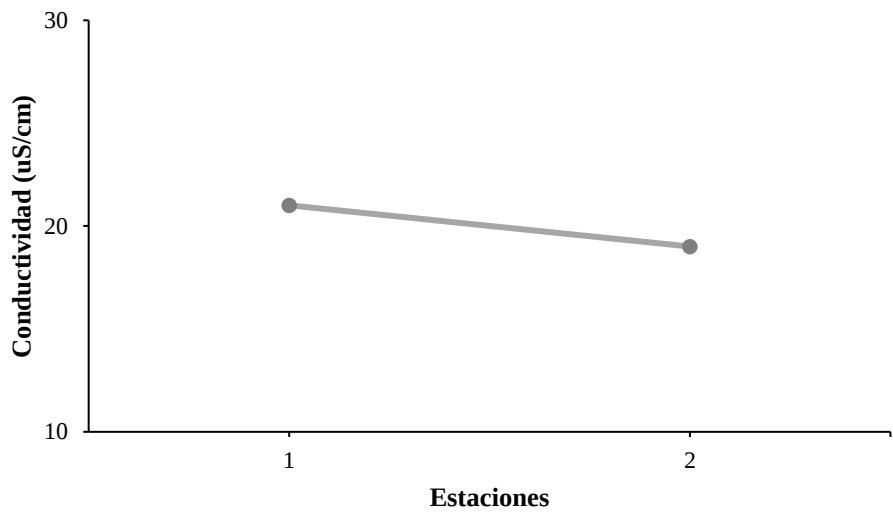
Anexo 18. Graficas de los parámetros fisicoquímicos de Caño Seco



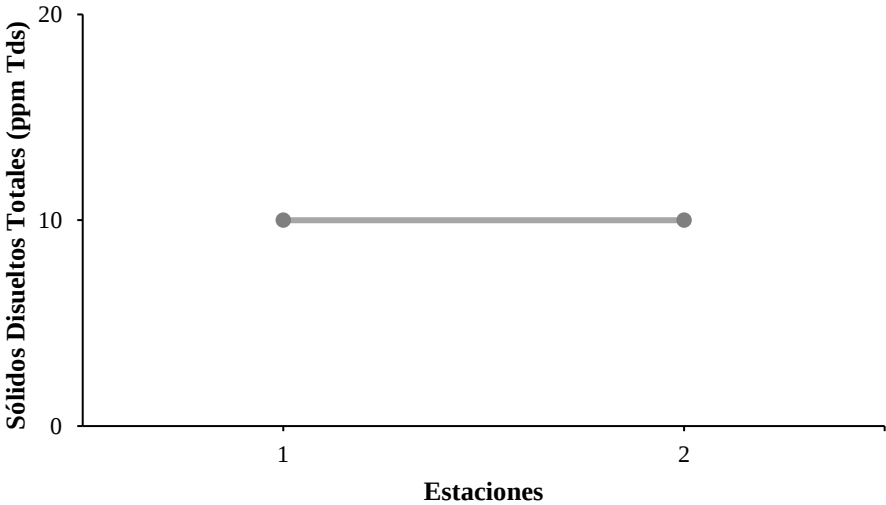
Temperatura vs Oxígeno disuelto



pH de las estaciones de Caño Seco



Conductividad de las estaciones de Caño Seco



Solidos disueltos totales de las estaciones de Caño Seco

Anexo 19. Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Seco

Familia	Puntaje	Estación	
		1	2
Chironomidae	2	2	
Planorbidae	5	5	
Elmidae	6	6	
Glossosomatidae	7	7	
Simuliidae	8		8
Psephenidae	10		10
Perlidae	10		10
Valor BMWP		20	28
Número de Familias		4	3
Valor ASPT		5,0	9,3
Clase		III	I

Anexo 20. Referencias fisiográficas del cuerpo de agua Caño Retirito

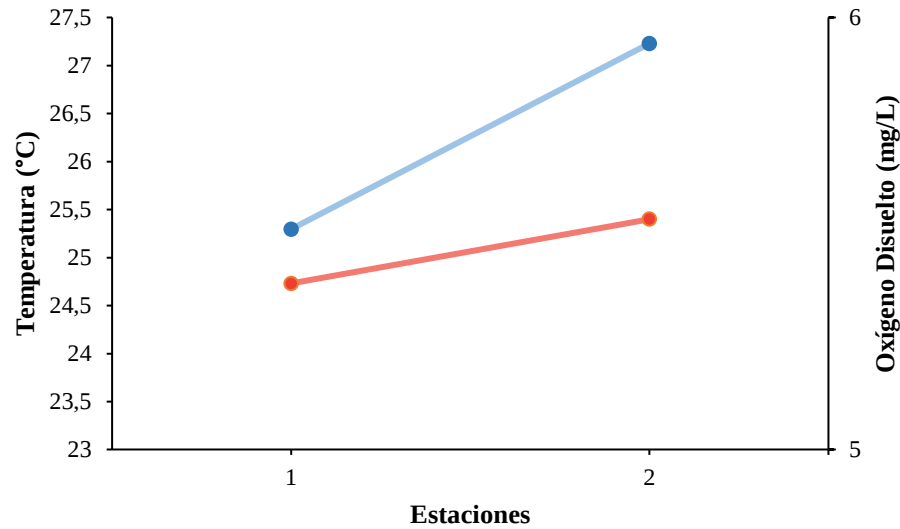
Estación	Tipo de sustrato	Exposición	Profundidad (m)	Ancho (m)	Velocidad del caudal media (m/s)	Área (m²)	Caudal (m3/s)
1	Grava (entre 2 y 20 mm)	Totalmente cubierto	1,95	8,80	<2,76	17,16	<1,54
2	Piedras (más de 20 mm)	Parcialmente cubierto	0,43	5,70	9,68	2,451	23,72568

Anexo 21. Tabla de variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Retirito

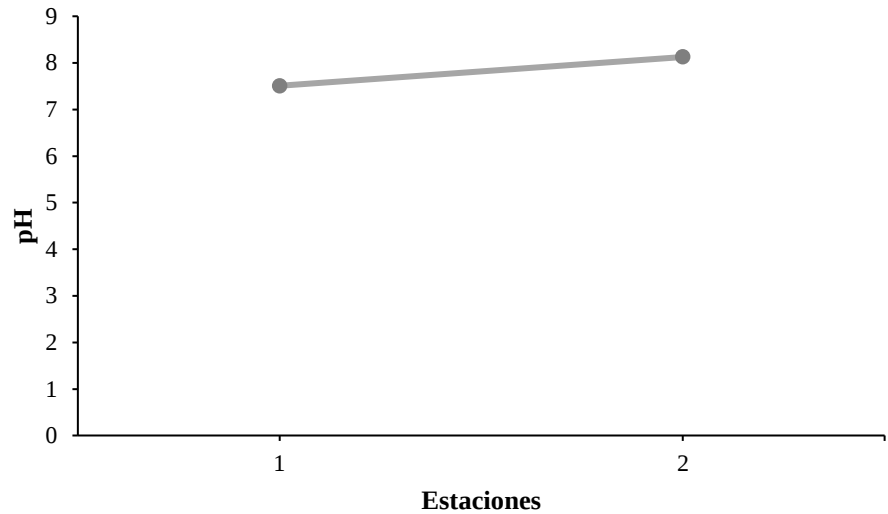
Estación	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm Tds)	Salinidad (PSU)	Presión Atmosférica (mmHg)
1	24,73	7,51	8,44	95	46	0,04	738,5
2	25,4	8,13	9,04	6	3	0	740

Estación	Dureza	Sulfitos	Fosfatos	Nitratos	Hierros
1	9	12	0	20	1
2	12	4	0	30	1

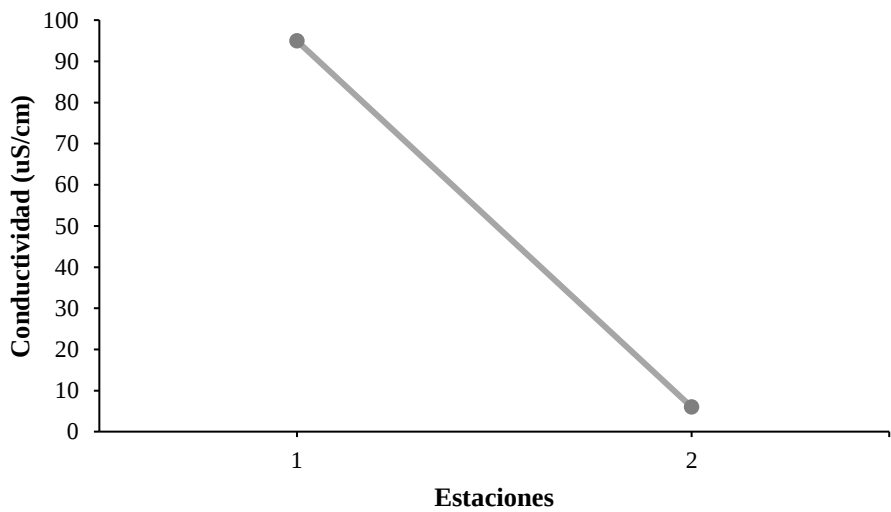
Anexo 22. Gráficas de las variables fisicoquímicas del cuerpo de agua Caño Retirito



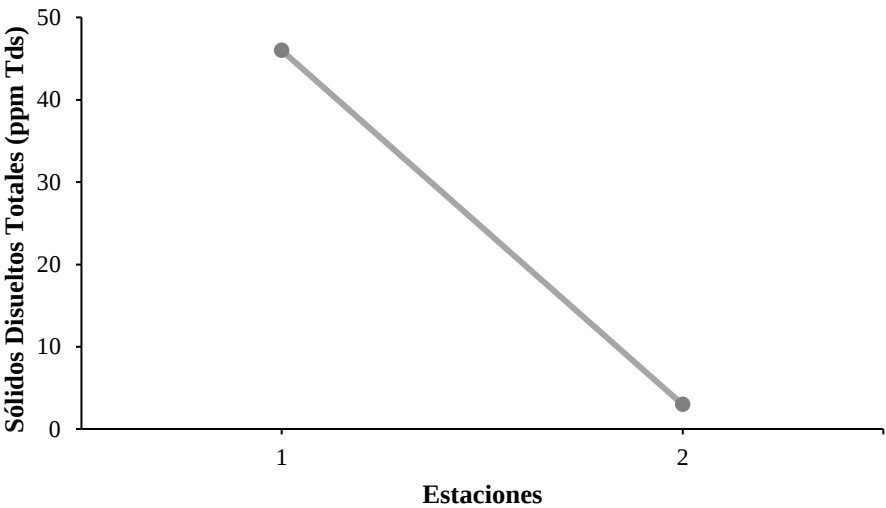
Temperatura vs. Oxígeno disuelto



pH de las estaciones de Caño Retirito



Conductividad de las estaciones de Caño Retirito



Sólidos disueltos totales de las estaciones de Caño Retirito

Anexo 23. Tabla de resultados: Valores de indicación por familia en cada punto de monitoreo y resultados del BMWP y el ASPT para cada estación de Caño Retirito

Familia	Puntaje	Estación	
		1	2
Chironomidae	2	2	
Elmidae	6	6	
Libellulidae	6		6
Planariidae	7		7
Coenagrionidae	7		7
Glossosomatidae	7		7
Hydropsychidae	7		7
Baetidae	7		7
Helicopsychidae	8		8
Simuliidae	8		8
Leptophlebiidae	9		9
Polycentropodidae	9		9
Philopotamidae	9		9
Psephenidae	10		10
Valor BMWP		8	94
Número de Familias		2	12
Valor ASPT		4,0	7,8
Clase		IV	II

Anexo 24. Análisis de Dunn para el parámetro fisicoquímico de temperatura

Cuerpo de agua	Z	P.unadj	P.adj
C.Brisas - C.Retirito	0.4057513	0.68492532	1.0000000
C.Brisas - C.Retiro	0.2342606	0.81478264	1.0000000
C.Retirito - C.Retiro	-0.1352504	0.89241386	1.0000000
C.Brisas - C.Rojo	0.0000000	1.00000000	1.0000000
C.Retirito - C.Rojo	-0.573819	0.56609026	1.0000000
C.Retiro - C.Rojo	-0.2963189	0.76698657	1.0000000
C.Brisas - C.Seco	1.4877549	0.13681554	1.0000000
C.Retirito - C.Seco	1.3251783	0.18511202	1.0000000
C.Retiro - C.Seco	1.217254	0.22350759	1.0000000
C.Rojo - C.Seco	2.1040032	0.03537817	0.3537817

Anexo 25. Análisis de Tukey para el parámetro fisicoquímico de pH

Cuerpo de agua	diff	lwr	upr	p adj
Caño Rojo-Caño Brisas	0.4500	-0.7210743	16210743	0.5820146
Caño Rojo-Caño Brisas	0.5300	-0.8222401	18822401	0.5669011
Caño Rojo-Caño Brisas	0.2025	-0.8665397	12715397	0.9320355
Caño Seco-Caño Brisas	0.2100	-0.9610743	13810743	0.9430530
Caño Retiro-Caño Retirito	0.0800	-10.910.743	12510743	0.9983192
Caño Rojo-Caño Retirito	-0.2475	-10.755.746	0.5805746	0.7539003
Caño Seco-Caño Retirito	-0.2400	-11.961.782	0.7161782	0.8428468
Caño Rojo-Caño Retirito	-0.3275	-13.965.397	0.7415397	0.7391332
Caño Seco-Caño Retirito	-0.3200	-14.910.743	0.8510743	0.8030253
Caño Seco-Caño Rojo	0.0075	-0.8205746	0.8355746	0.9999994

Anexo 26. Análisis de Tukey para el para el parámetro fisicoquímico oxígeno disuelto

Cuerpo de agua	diff	lwr	upr	p adj
C.Retirito-C.Brisas	5410	-0.5525524	113725524	0.0712711
C.Retiro-C.Brisas	2700	-41.849.625	95849625	0.5664768
C.Rojo-C.Brisas	1390	-40.530.408	68330408	0.8352773
C.Seco-C.Brisas	2395	-35.675.524	83575524	0.5479881
C.Retiro-C.Retirito	-2710	-86.725.524	32525524	0.4512867
C.Rojo-C.Retirito	-4020	-82.361.612	0.1961612	0.0596273
C.Seco-C.Retirito	-3015	-78.834.036	18534036	0.2314666
C.Rojo-C.Retiro	-1310	-67.530.408	41330408	0.8601588
C.Seco-C.Retiro	-0.305	-62.675.524	56575524	0.9994570
C.Seco-C.Rojo	1005	-32.111.612	52211612	0.8639109

Anexo 27. Análisis de Dunn para el parámetro fisicoquímico conductividad

Cuerpo de agua	Z	P.unadj	P.adj
Caño Brisas - Caño Retirito	-0.6741999	0.5001843	10.000.000
Caño Brisas - Caño Retiro	-11.677.484	0.2429083	10.000.000
Caño Retirito - Caño Retiro	-0.6741999	0.5001843	10.000.000
Caño Brisas - Caño Rojo	-0.8862587	0.3754781	10.000.000
Caño Retirito - Caño Rojo	-0.1906925	0.8487665	0.8487665
Caño Retiro - Caño Rojo	0.5908392	0.5546282	10.000.000
Caño Brisas - Caño Seco	-0.4045199	0.6858304	10.000.000
Caño Retirito - Caño Seco	0.3302891	0.7411815	10.000.000
Caño Retiro - Caño Seco	0.9438798	0.3452311	10.000.000
Caño Rojo - Caño Seco	0.5720776	0.5672694	10.000.000

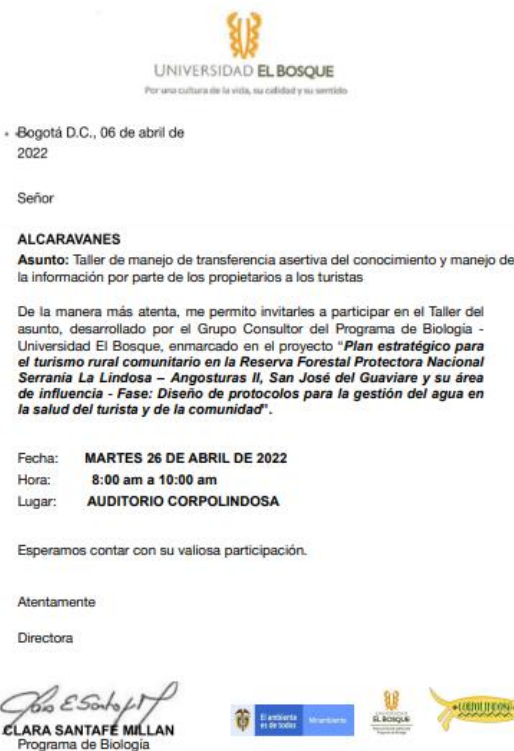
Anexo 28. Análisis de Dunn para parámetro fisicoquímico Solidos Disueltos Totales

Cuerpo de agua	Z	P.unadj	P.adj
Caño Brisas - Caño Retirito	-0.95553309	0.3393082	10000000
Caño Brisas - Caño Retiro	-118216561	0.2371400	10000000
Caño Retirito - Caño Retiro	-0.40951418	0.6821624	10000000
Caño Brisas - Caño Rojo	-142056764	0.1554425	10000000
Caño Retirito - Caño Rojo	-0.48261709	0.6293676	10000000
Caño Retiro - Caño Rojo	0.07476672	0.9404003	0.9404003
Caño Brisas - Caño Seco	-0.54601891	0.5850529	10000000
Caño Retirito - Caño Seco	0.50155039	0.6159838	10000000
Caño Retiro - Caño Seco	0.81902836	0.4127702	10000000
Caño Rojo - Caño Seco	106175760	0.2883457	10000000

Anexo 29. Carta de invitación al Taller cartografía social en relación al recurso hídrico en la Serranía La Lindosa



Anexo 30. Carta de invitación al Taller transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas



Anexo 31. Fichas técnicas para los cuerpos de agua aspectos limnológicos y fisiográficos.

Caño Retiro



Caño Sabana

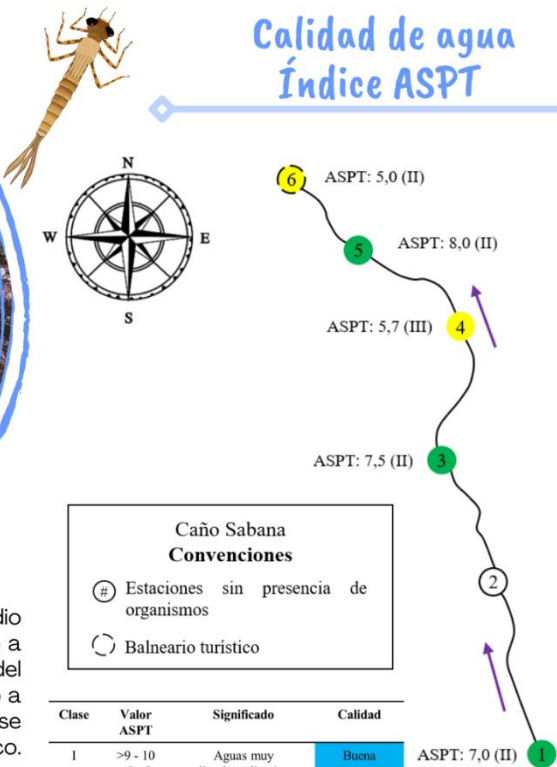


Caño Sabana



Caño Sabana se encuentra en el predio Trankilandia, ubicado en la vereda El Retiro a 12,3 km del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare. Debido a la presencia de *Macarenia clavigera*, se destaca como un fuerte atractivo turístico. Este cuerpo de agua se encuentra conformado en su mayor parte por piedras (sustrato tipo laja).

Con respecto a la calidad de agua por medio del índice ASPT, es importante tener en cuenta que los valores de todas las estaciones del cuerpo de agua oscilan entre la clase II y III, siendo consideradas como aguas moderadamente contaminadas y aguas contaminadas.



En el diagrama se destaca la estación 6, punto característico por ser un balneario turístico. Esta estación se encuentra en clase III, sin embargo, se tiene a consideración que estas contaminaciones se ven determinadas por el número reducido de familias registradas y no por factores fisicoquímicos. Además, la estación 2 no presenta familias de macroinvertebrados registradas, dada la restricción de muestreo por la presencia de *Macarenia clavigera*, especie formadora de microhábitats.

Caño Tití



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



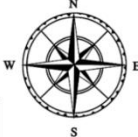
El conocimiento
es de todos

Minciencias

Caño Tití



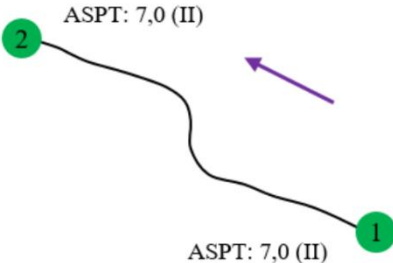
Calidad de agua Índice ASPT

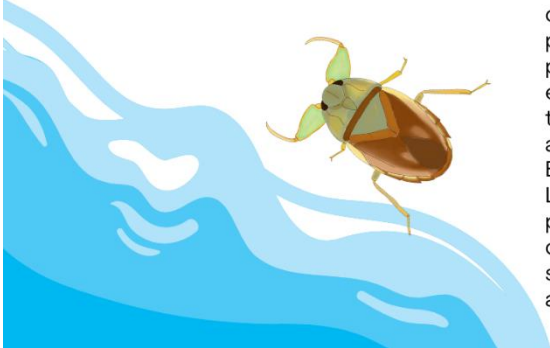


Caño Tití
Convenciones

Estaciones

Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica





Caño Tití es un cuerpo de agua que cruza por un costado del predio El Verdum, predio ubicado a 11,9 km del casco urbano de San José del Guaviare. El sustrato de este caño se encuentra conformado en su mayoría por piedras y posee una exposición parcialmente cubierta por la vegetación arbórea del lugar. Con respecto al índice ASPT, en las dos estaciones muestreadas se presentó un valor constante de 7.0 , haciendo referencia a aguas ligeramente contaminadas. No obstante, es importante destacar que este acontecimiento no es proporcionado por valores fisicoquímicos, sino por la cantidad reducida de familias muestreadas en las estaciones.

Además, es importante tener en cuenta que, con respecto a la fisiografía del punto, la profundidad, ancho y ubicación no favorecen la presencia de familias de macroinvertebrados; en especial en el punto 2 en donde se une la turbidez del agua con la ausencia de vegetación acuática y macroalgas. Entre las familias muestreadas se encuentra Leptophlebiidae, familia caracterizada por presentarse únicamente en ambientes con condiciones aptas para el crecimiento, dada la sensibilidad que posee a cambios ambientales o a niveles elevados de metales en el agua.

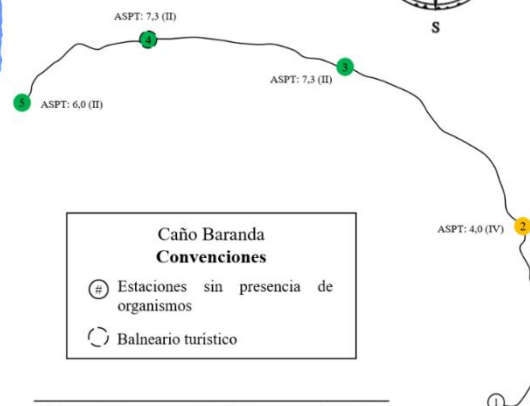
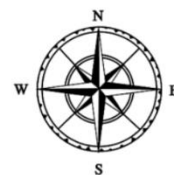
Caño Baranda



El conocimiento es de todos

Caño Baranda

Calidad de agua Índice ASPT



La exposición en todas las estaciones es parcialmente cubierta, a excepción de la estación 4 que es abierta y con la mayor profundidad en comparación con el resto de las estaciones.

Con respecto al índice BMWP/ASPT, es posible evidenciar que el valor ASPT mas bajo (4.0), se encontró en la estación 2 y el valor más elevado (7.3) en las estaciones 3 y 4.

Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 – 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica

Para este cuerpo de agua, es necesario destacar que la estación 2, contaba con una velocidad de corriente muy elevada debido a la cercanía con la cascada del cuerpo de agua, por lo que su clasificación en clase IV puede no deberse a una contaminación elevada del cuerpo de agua, sino a la falta de macroinvertebrados por la poca adherencia que pueden tener debido a la velocidad de la corriente.



Caño Okai



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias

Caño Okai

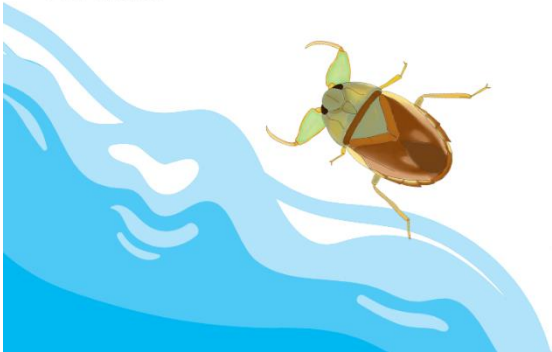


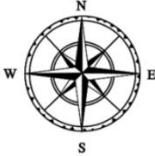
Calidad de agua Índice ASPT

Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica



Caño Okai hace parte de la Reserva Natural El Diamante de las Aguas, la cual se encuentra ubicada a 8,3 km del casco urbano de San José del Guaviare. Este cuerpo de agua desemboca en Caño Baranda. La profundidad en todas las estaciones de Caño Okai son pequeñas a comparación con los cuerpos de agua que se encuentran en la Reserva y presenta sustrato rocoso en sus tres estaciones. Con respecto al índice ASPT, es posible evidenciar que a lo largo de todo el cuerpo de agua, se mantiene una Clase II, que hace referencia a aguas ligeramente contaminadas en calidad Aceptable para uso recreativo.





ASPT: 7,0 (II)

ASPT: 8,0 (II)

ASPT: 8,0 (II)

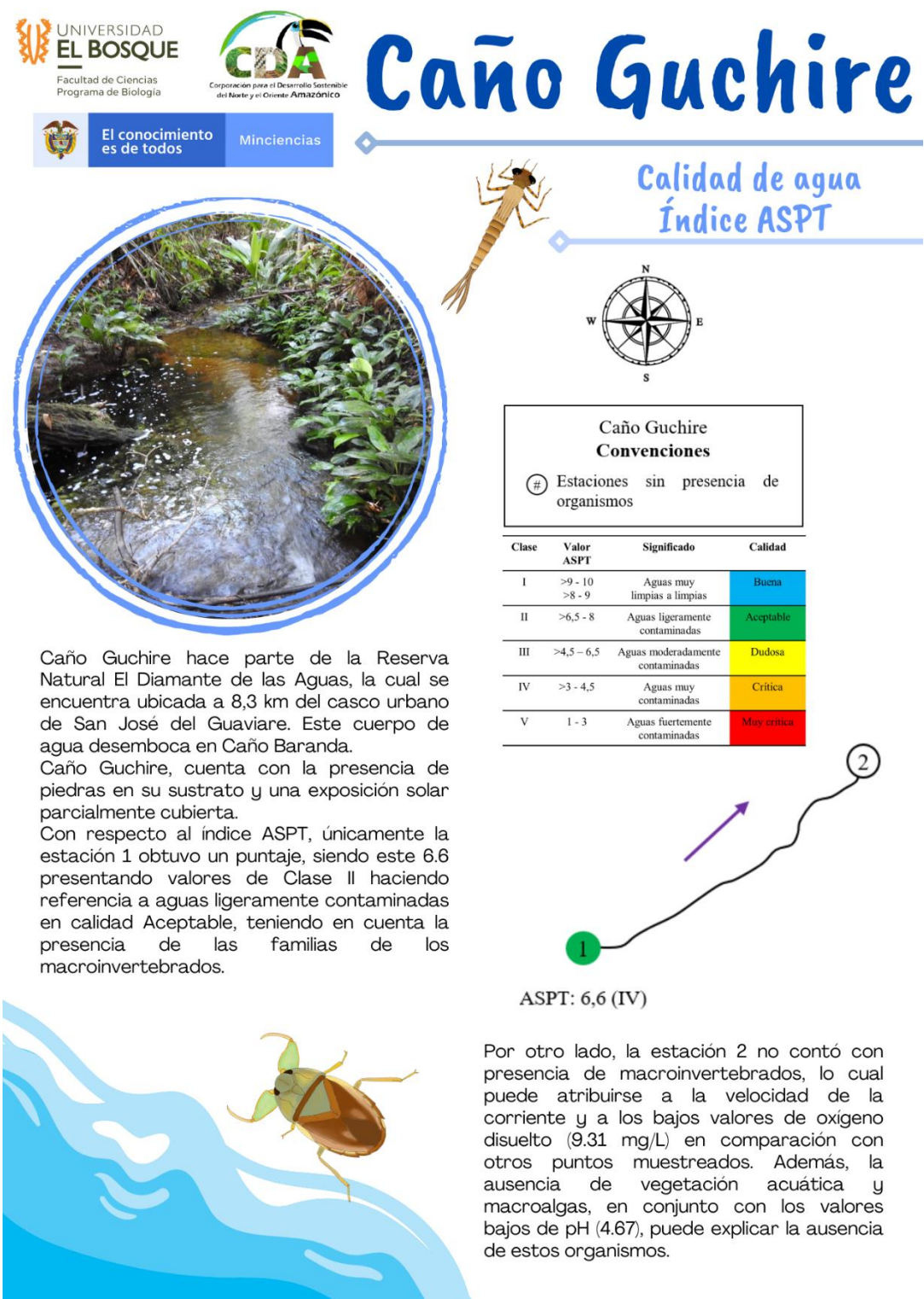
Caño Okai

Convenciones

 Estaciones

Es importante tener en cuenta que la ausencia de macroalgas o vegetación acuática tanto para adherencia como para alimentación, puede ser uno de los factores por los cuales la calidad del agua según el índice ASPT no se encuentra categorizado en la clase I. Además, aunque las tres estaciones cuentan con la presencia de la familia Leptophlebiidae (categorizada como familia de puntaje positivo elevado), este tipo de factores contrarrestan el puntaje brindado por la familia.

Caño Guchire



Caño Seje



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento es de todos

Minciencias

Caño Seje



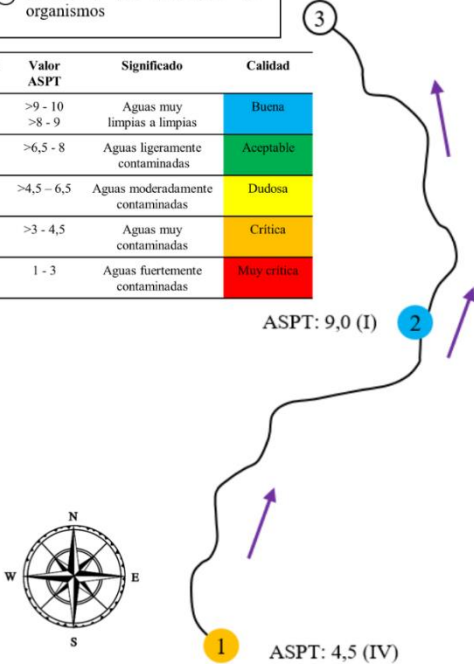
Calidad de agua
Índice ASPT



Caño Seje
Convenciones

Estaciones sin presencia de organismos

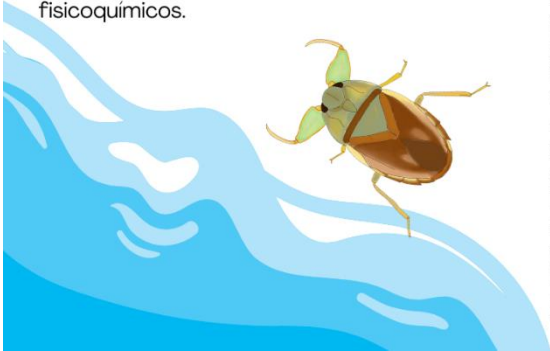
Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica



Caño Seje hace parte de la Reserva Natural El Diamante de las Aguas, la cual se encuentra ubicada a 8,3 km del casco urbano de San José del Guaviare. Este cuerpo de agua desemboca en Caño Baranda.

Caño Seje, cuenta con la presencia de piedras en su sustrato y una exposición solar parcialmente cubierta.

Con respecto al índice ASPT, el valor ASPT más bajo (4,5) se ubicó en las estaciones 1 y el valor más alto (9,0) en la estación 2. Es aquí donde se denota una gran diferencia entre las estaciones 1 y 2, teniendo en cuenta los valores de contaminación por reducción en las familias registradas y no por factores fisicoquímicos.



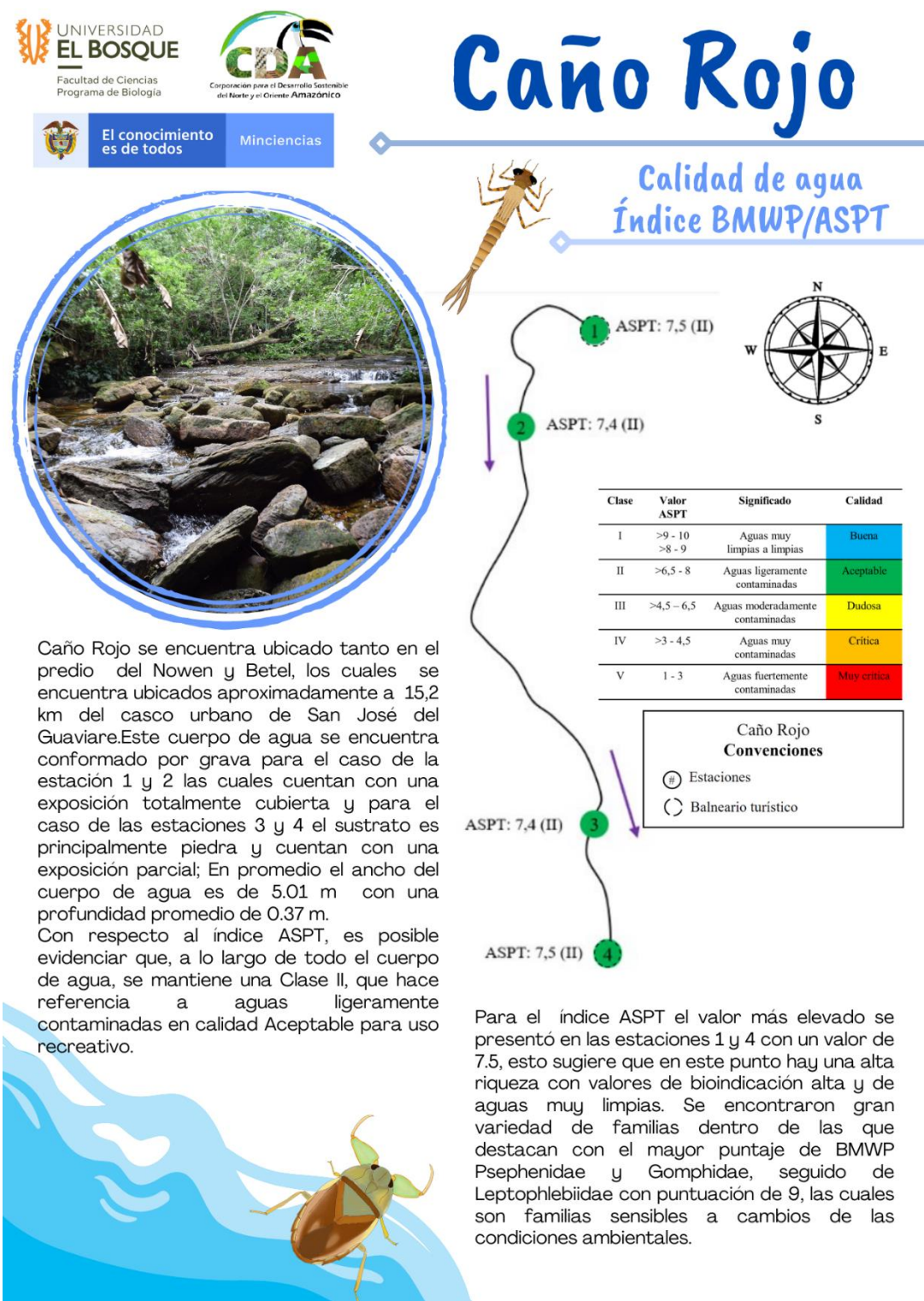
Es importante tener en cuenta que la estación 2, a pesar de encontrarse catalogada en clase I, la presencia de una sola familia (a pesar de encontrar muchos individuos de la misma), puede causar contradicción en los resultados, en especial con respecto al BMWPCol.

Es importante tener en cuenta que la estación 2 contó con la presencia de la familia Leptophlebiidae (familia sensible a cambios en el ambiente). Sin embargo, al ser la única familia presente en la estación, a pesar de encontrarse bastantes individuos de la misma, puede provocar contradicción en los resultados.

Caño Negro



Caño Rojo



Caño Brisas



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias

Caño Brisas

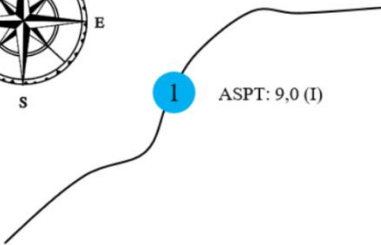
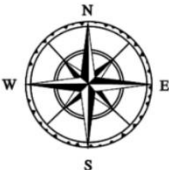


Calidad de agua Índice BMWP/ASPT

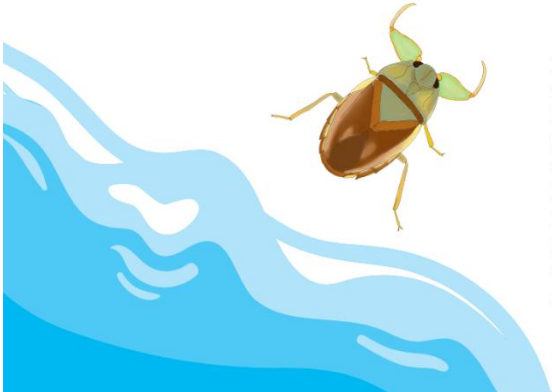
Caño Brisas Convenciones

Estaciones

Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica



Caño Brisas se encuentra ubicado en el predio Brisas del Nowen, el cual se encuentra ubicado aproximadamente a 15,2 km del casco urbano de San José del Guaviare. Este cuerpo de agua se encuentra conformado por arena y se encuentra totalmente cubierto; En promedio el ancho del cuerpo de agua es de 1,8 m con una profundidad promedio de 0.31 m. Con respecto al índice ASPT, es posible evidenciar que dentro de la estación evaluada se encuentra en la Clase I, lo que sugiere que dicha estación se encuentra con agua muy limpias no contaminadas.



Los valores con respecto al índice ASPT se encuentran dentro del rango de calidad buena, siendo el valor más alto de 9 en la estación 1, es importante resaltar que se encontró exclusivamente la Familia Leptophlebiidae que cuenta con un valor de BWMP de 9, la cual es una familia sensible a cambios de las condiciones ambientales, razón por la cual la categoría asignada es de clase I.

Caño La Recebera



El atractivo turístico La Recebera es un balneario natural ubicado a 11 kilómetros del casco urbano principal del municipio de San José del Guaviare. Está ubicado por encima de los 22 Omsnm, el tipo de sustrato más representativo en las dieciséis estaciones son rocas (tipo laja) a diferencia de las estaciones 6 y 9 que están conformadas por arena.

Por otro lado, el valor ASPT se ubicó entre 5 y 8,3 en la estación 10 y 14 respectivamente.

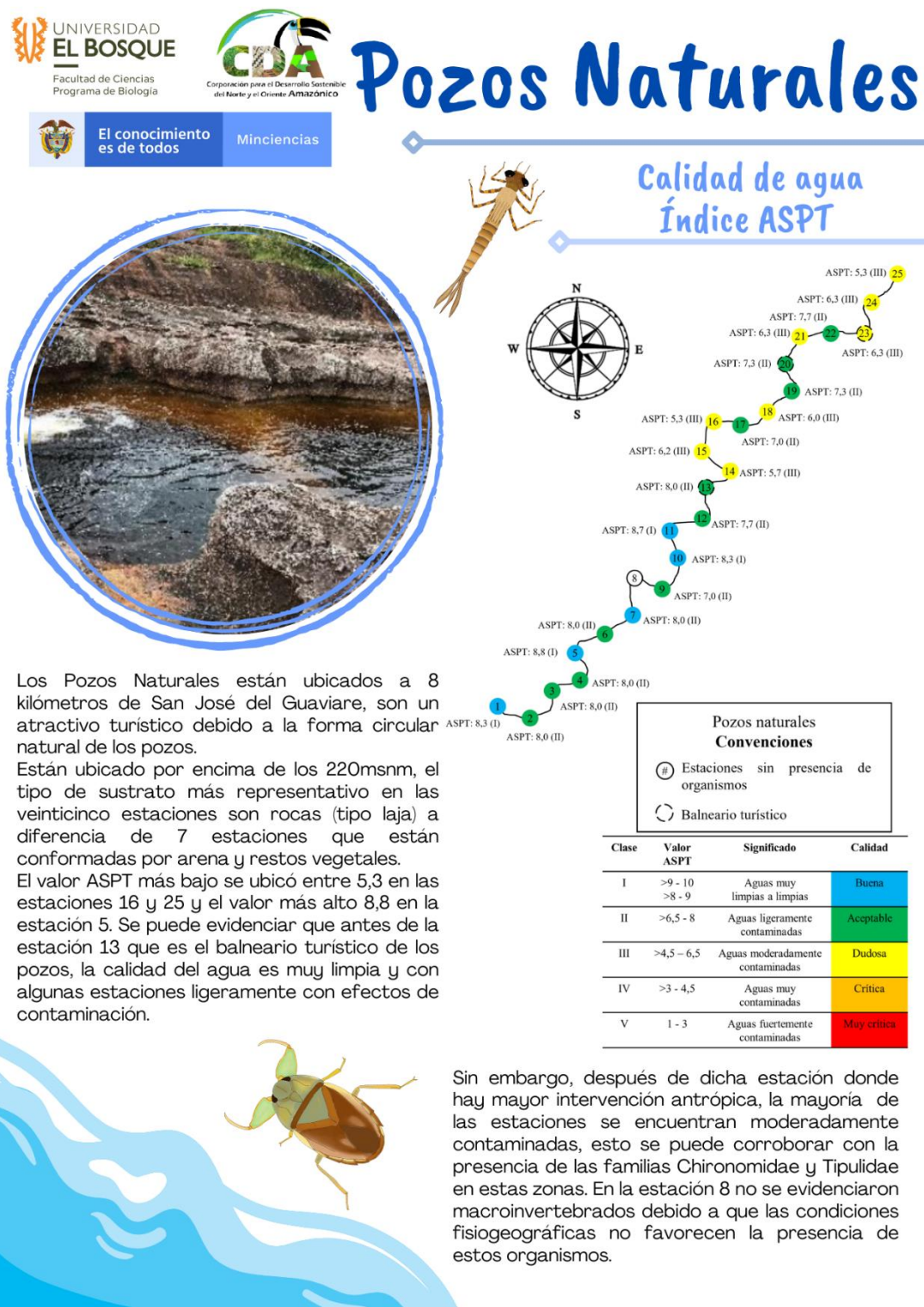
De acuerdo a los resultados obtenidos para el valor ASPT, el resultado más alto es en la estación 14 con (8,3), esto sugiere que en este punto hay una alta riqueza con valores de bioindicación alta y de aguas muy limpias.

La Recebera			
Convenciones			
#	Estaciones sin presencia de organismos		
○	Balneario turístico		

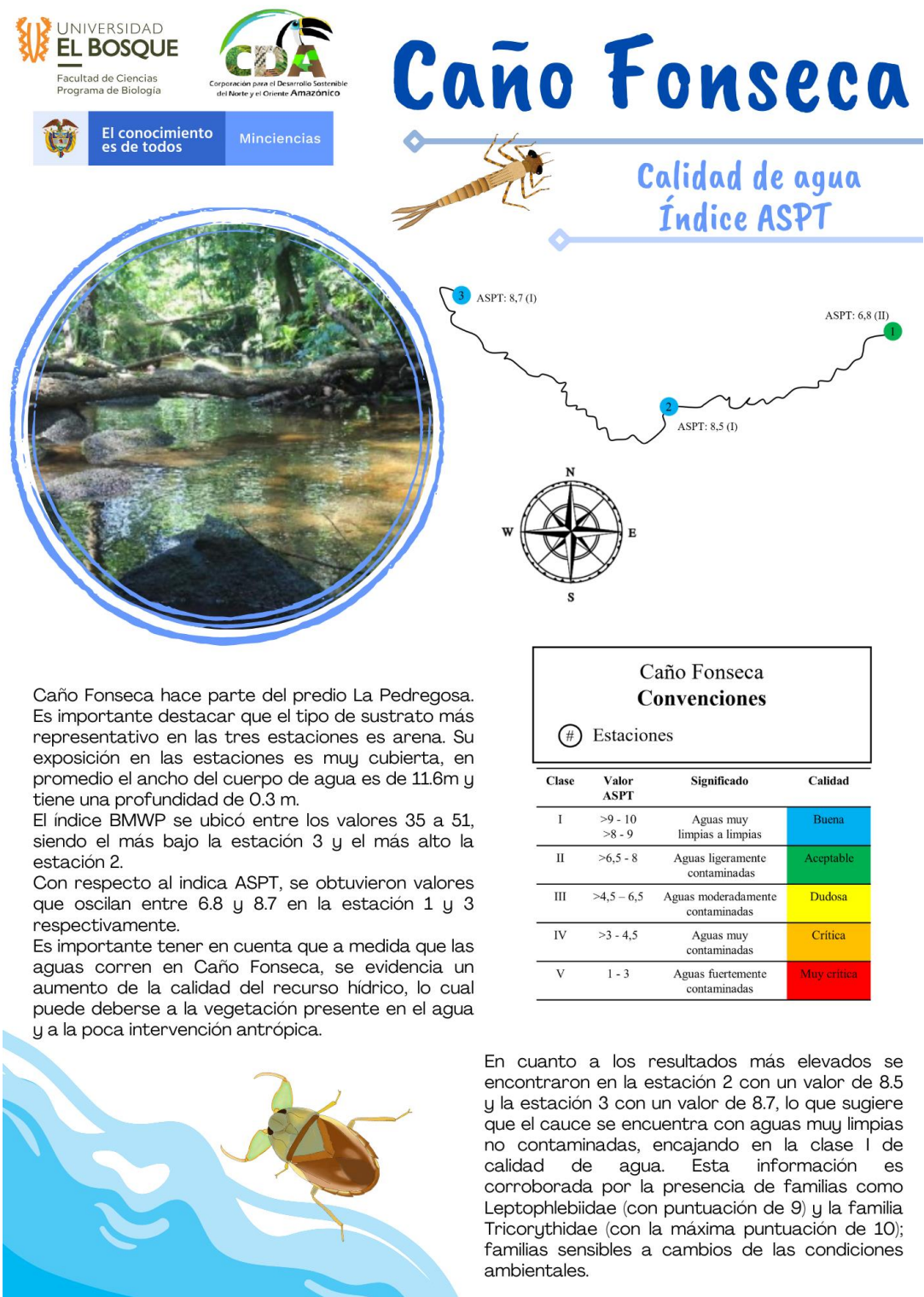
Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica

En las estaciones 8 y 11 no se registró ningún individuo, esto puede deberse a las condiciones fisiográficas de la estación, pues el tipo de sustrato en ese punto es roca (tipo laja) (Anexo 1). Además, en la estación 11 el ancho es de 2,3 m siendo el más pequeño entre las dieciséis estaciones, con una profundidad de 17 cm. Debido a estas condiciones fisiográficas no se facilitan la adhesión de los organismos.

Pozos Naturales



Caño Fonseca



Caño Piedra



Caño Piedra hace parte del predio La Pedregosa. En este caño, el sustrato más representativo en las tres estaciones son las rocas. En promedio el ancho del cuerpo de agua está en 11,6 m y de una profundidad de 0,5 m.

El valor ASPT ubica a este cauce en la clase I y II, lo cual categoriza al cuerpo de agua dentro de aguas muy limpias y ligeramente “contaminadas”. Es importante tener en cuenta que esta ligera contaminación no se debe a los valores fisicoquímicos presentes en el recurso hídrico, sino que es proporcionado por el número de familias registradas para la puntuación BMWP.

A medida que las aguas corren en Caño Piedra, se evidencia un aumento de la calidad del recurso hídrico, lo cual puede deberse a la vegetación presente en el agua y a la poca intervención antrópica.



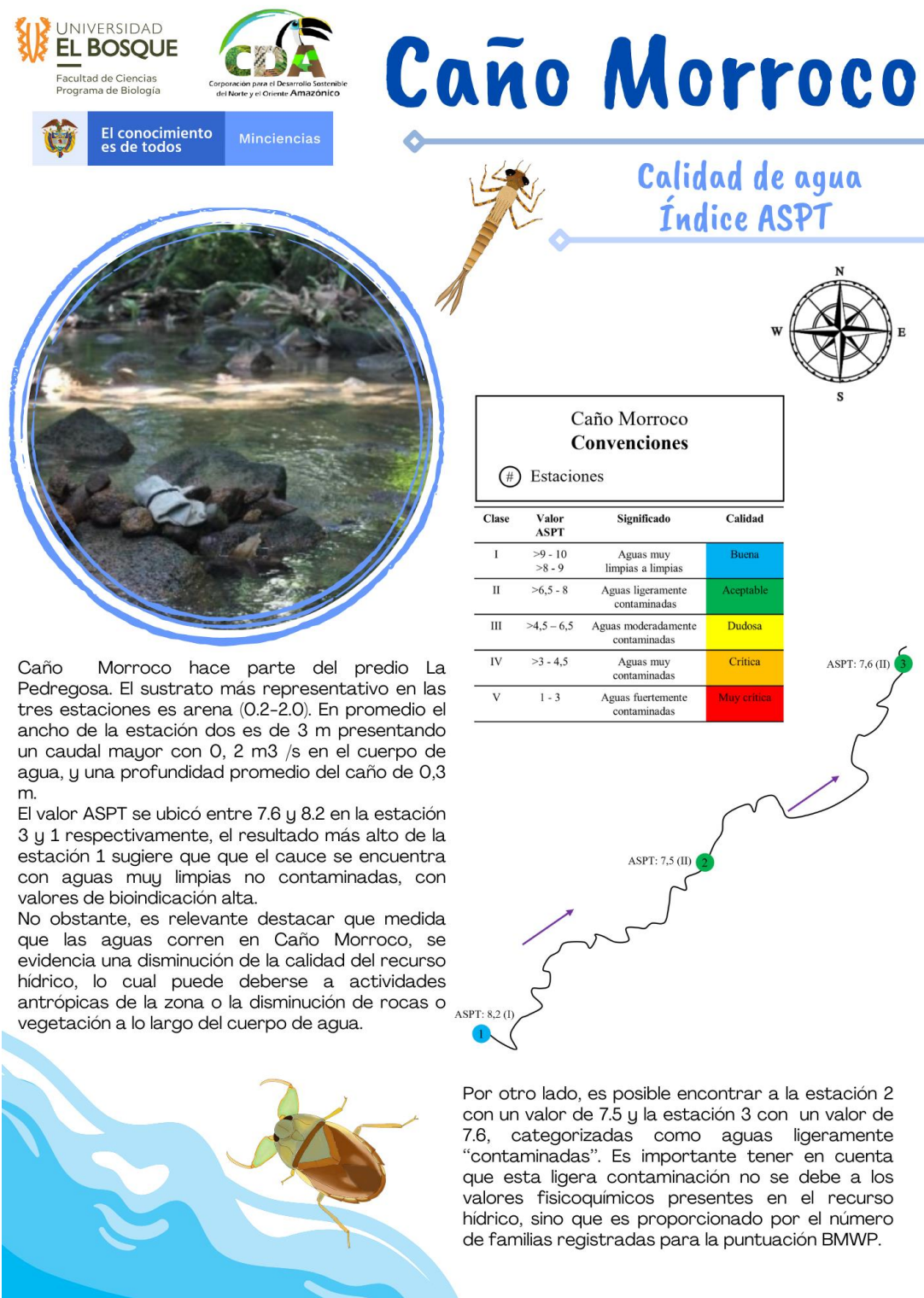
Caño Piedra



Caño Piedra Convenciones			
#	Estaciones		
Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica

A lo largo de las estaciones con calidad de agua clase I (Estación 2 y 3), se presentan familias importantes, como la familia Tricorythidae que presenta el valor más alto del BMWP (Puntaje 10). Las ninfas de esta familia son indicadores de aguas ligeramente contaminadas y se encuentran debajo de rocas, hojas y vegetación. por el contrario, la familia Coenagrionidae tiene un puntaje BMWP de 7 y son organismos ocupan casi siempre aguas estancadas o loticos moderados; viven entre las plantas acuáticas y las raíces de los vegetales.

Caño Morroco



Caño Seco



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias

Caño Seco



Calidad de agua Índice BMWP/ASPT

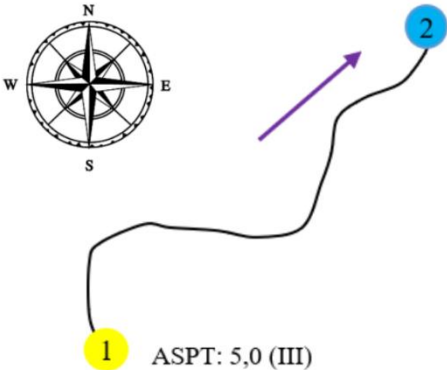


Caño Seco Convenciones

Estaciones

Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica

ASPT: 9,3 (I)



ASPT: 5,0 (III)

Caño Seco hace parte del predio Los Moriches Amaday, el cual se encuentra ubicados aproximadamente a 10,7 km del casco urbano de San José del Guaviare. Este cuerpo de agua se encuentra conformado por un sustrato de piedra y está parcialmente cubierto; En promedio el ancho del cuerpo de agua es de 4,5 m con una profundidad promedio de 0.6 m y el mayor caudal registrado fue de 1.62 (m3/s). Con respecto al índice ASPT, es posible evidenciar un aumento de la calidad del recurso hídrico, para la estación 1 se obtuvo una clase III lo que indica aguas moderadamente contaminadas, seguido de la estación 2 con una clasificación de I que indica aguas muy limpias a limpias.



Los valores más bajos con respecto al índice ASPT corresponden a la estación 1 con un valor de 5 siendo este dentro de la calidad dudosa, esto debido a la baja cantidad de familias encontradas dentro de estas Chironomidae la cual cuenta con un puntaje de 2 lo que quiere de decir que es altamente tolerables a contaminación orgánica y el valor más alto de 9.3 en la estación 2 con calidad buena, esto se relaciona con el incremento tanto en el caudal como la velocidad del mismo siendo mayor en la estación 2 lo que favorece la oxigenación y la recirculación de sulfitos, cloruros, entre otros.

Caño Retirito



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias

Caño Retirito



Calidad de agua Índice BMWP/ASPT

Caño Retirito Convenciones

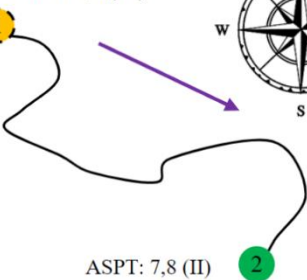
⊕ Estaciones

○ Balneario turístico

Clase	Valor ASPT	Significado	Calidad
I	>9 - 10 >8 - 9	Aguas muy limpias a limpias	Buena
II	>6,5 - 8	Aguas ligeramente contaminadas	Aceptable
III	>4,5 - 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Dudosa
IV	>3 - 4,5	Aguas muy contaminadas	Crítica
V	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas	Muy crítica

ASPT: 4,0 (IV)

1



ASPT: 7,8 (II)

2

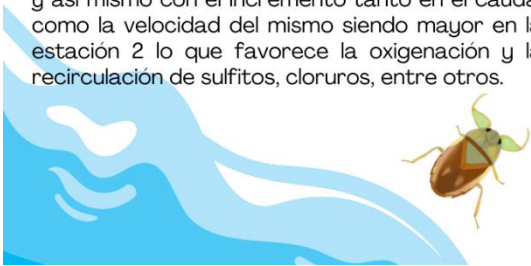


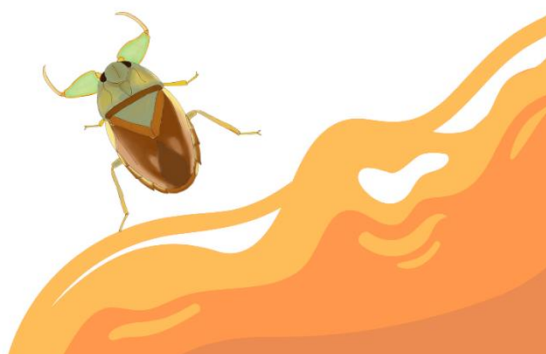
Caño Retirito hace parte del predio Los Alcaravanes, el cual se encuentra ubicados aproximadamente a 12,6 km del casco urbano de San José del Guaviare.

Este cuerpo de agua se encuentra conformado por grava para el caso de la estación 1 la cual cuenta con una exposición totalmente cubierta y para el caso de las estaciones 2 el sustrato es principalmente piedra y cuenta con una exposición parcial; En promedio el ancho del cuerpo de agua es de 7.25 m con una profundidad promedio de 1.95 m y el mayor caudal registrado fue de 9.68 (m3/s) en la estación número 2.

Con respecto al índice ASPT, es posible evidenciar un aumento de la calidad del recurso hídrico al pasar de las estaciones, esto se puede relacionar con la diferencia de sustrato debido a que en el caso de la estación 2 es de piedra, lo cual permite mayor adherencia de los organismo y así mismo con el incremento tanto en el caudal como la velocidad del mismo siendo mayor en la estación 2 lo que favorece la oxigenación y la recirculación de sulfitos, cloruros, entre otros.

Los valores más bajos con respecto al índice ASPT corresponden a la estación 1 con un valor de 4 siendo este dentro de la calidad crítica y el valor más alto de 7.8 en la estación 2 con calidad buena, donde se encontraron doce familias todas con puntajes de BMWP superiores a 7, esto sugiere que en este punto hay una alta riqueza con valores de bioindicación alta y de aguas muy limpias. Dentro de las familias se destaca Psephenidae por contar con el mayor puntaje de BMWP.





Charcolandia



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias



Charcolandia



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Charcolandia*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Retiro	8.14	8.8	26.35	3	2	0	745.0

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Charcolandia?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	75	<3

Tanto los valores de coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un incremento de coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupo.

La temperatura del balneario perteneciente al predio Charcolandia se encuentra un poco elevada al valor estándar, debido probablemente a la exposición solar del cuerpo de agua. Por otro lado, el valor de oxígeno disuelto es óptimo. El valor del pH se encuentra en el rango óptimo, pero con tendencia a valores básicos. La conductividad se encuentra muy por debajo del rango, debido en gran parte a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el agua y a la temperatura elevada del mismo, puesto que la temperatura afecta al movimiento de iones presentes en el agua y por consiguiente, a la conductividad.



Trankilandia

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Facultad de Ciencias

Programa de Biología

CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico

El conocimiento es de todos

Minciencias

Trankilandia

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>8	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Trankilandia*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Sabana	8.2	8.51	27.57	3	1	0	745.5

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión

*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente a Caño Sabana en el predio Trankilandia fue de 27.57 °C, valor un poco elevado debido a la exposición solar presente en el punto. Por otro lado, el pH se encuentra dentro del estándar, tendiendo a ser de carácter básico. Adicionalmente, con el factor de oxígeno disuelto, que permite la vida saludable de los organismos presentes, evidencia en el muestreo un valor de 8.51 describiendo una cantidad de oxígeno disuelto aceptable. Los fosfatos y los nitratos fueron ausentes al igual que los metales. La conductividad se encuentra por debajo el rango permisible debido a la baja cantidad de sólidos disueltos, ya que estos son proporcionales de manera directa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Trankilandia?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	20	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupo.

Los Alcaravanes



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE



CDA



El conocimiento es de todos

Minciencias





Los Alcaravanes

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuicola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Los Alcaravanes*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Retirito	8.37	8.84	25.54	10	5	0	740.1

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Solidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente a Caño Retirito en el predio Los Alcaravanes se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter básico) y el oxígeno disuelto. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua esta por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de solidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad de manera directamente proporcional, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el limite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

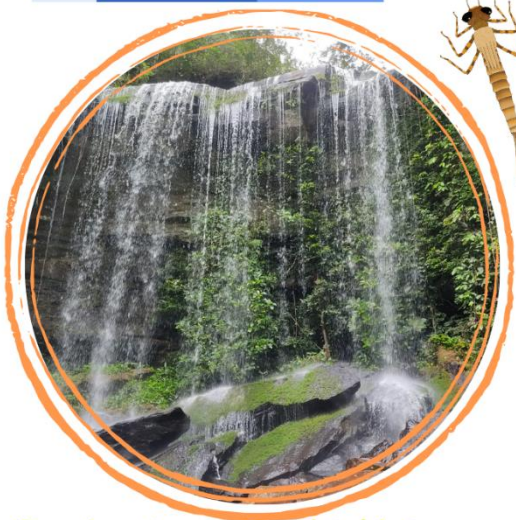
¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Los Alcaravanes?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	11	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupo.



El Paraíso



El Paraíso

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio El Paraíso?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Retiro	8.5	9.28	26.04	10	5	0	740.1

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente a Caño Retiro en el predio El Paraíso se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio El Paraíso?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	44	<3

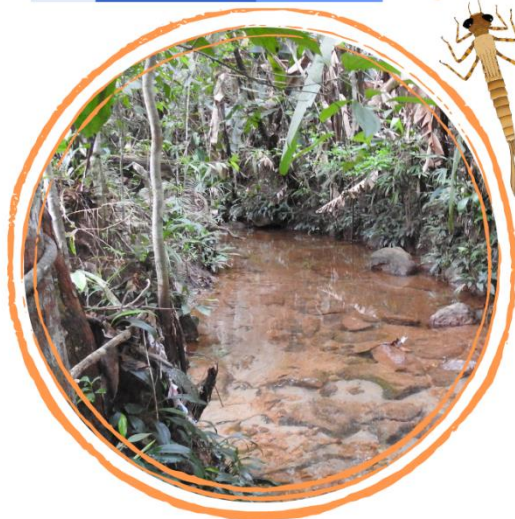
Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupo.



El Betel



El Betel



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio El Betel*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Rojo	8.33	9.48	25.41	9	5	0	746.3

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente a Caño Rojo en el predio El Betel se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio El Betel?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	11	6.2

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento en los dos grupos, por lo que hay presencia de microorganismos indicadores que son provenientes del suelo, plantas y tracto digestivo para el caso de Coliformes fecales. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



La Reina



La Reina

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio La Reina*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Negro	8.16	9.29	25.34	42	21	0.02	743.5

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio La Reina?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	39	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



La Divisa



La Divisa

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio La Divisa?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Negro	8.16	9.29	25.54	42	21	0.02	743.5

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente a Las Delicias en el predio La Divisa se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está levemente por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la cantidad de sólidos disueltos totales disminuida en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0.02 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.



Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadoras para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio La Reina?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	39	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.

Laguna Negra



Laguna Negra



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Laguna Negra*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Laguna Negra	8.05	8.92	29.84	5	3	0.03	745.0

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Laguna Negra?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	9.3	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.

La temperatura de Laguna Negra se encuentra bastante elevada en comparación al rango óptimo, esto debido probablemente a la exposición constante a luz solar. Por otro lado, el pH (carácter básico) y el oxígeno disuelto se encuentran dentro de los estándares. Adicionalmente, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0.03 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.



La Recebera



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias



La Recebera



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulce acuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio La Recebera*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Pozos Naturales	8.39	11.23	24.64	6	3	0	744.3

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión

*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio La Recebera?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	15	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



Charcoindio



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos



Minciencias



Charcoindio



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Charcoindio*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Pozos Naturales	5,95	11,26	24,92	4	2	0	749

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

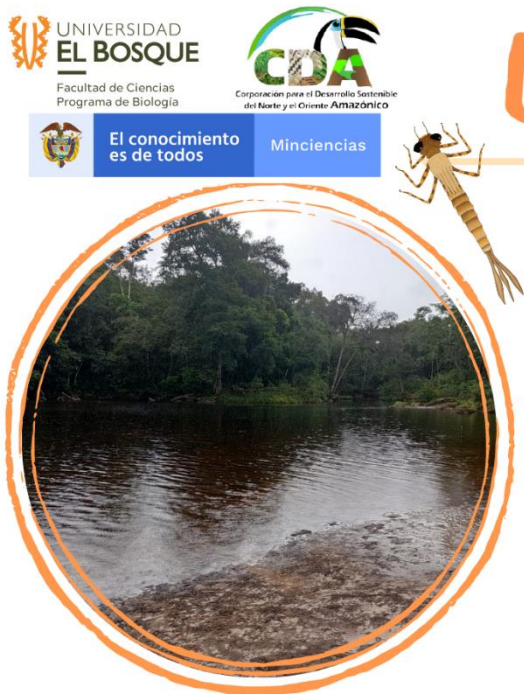
¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Charcoindio?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	11	3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas y/o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



La Lindosa



La Lindosa

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio La Lindosa*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Pozos Naturales	6.74	11.54	25.27	6	3	0	749.2

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Solidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente a La Lindosa se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter ácido para tener en cuenta) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de solidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadoras para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio La Lindosa?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	24	6

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento en los dos grupos por lo que hay presencia de microorganismos indicadores que son provenientes del suelo, plantas y del tracto digestivo para el caso de Coliformes fecales. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



Ukunay



Ukunay

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Ukunay*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cañño Charcón	8.92	9.98	24.16	23	11	0.01	746

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente al predio Ukunay se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadoras para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Ukunay?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	11	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



Cheyenne



Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Cheyenne?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	16	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.

Cheyenne

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuicola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Cheyenne*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Pozos Naturales	7.82	10.99	25.83	8	4	0	748

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Solidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente al predio Cheyenne se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter neutro-básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de solidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.



La Pedregosa



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico

El conocimiento es de todos

Minciencias



La Pedregosa



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio La Pedregosa*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Piedra	8.82	10.06	24.48	26	13	0.01	744.4

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario perteneciente al predio Cheyenne se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter neutro-básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que en este caso al tener una salinidad de 0.01 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio La Pedregosa?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	15	<3

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento de Coliformes totales que pueden provenir tanto del suelo, plantas o del tracto digestivo, se caracterizan por sobrevivir periodos prolongados en el agua. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



La Cascada



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Facultad de Ciencias
Programa de Biología



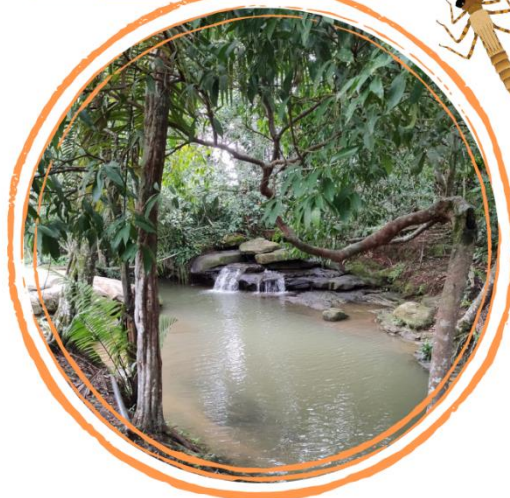
CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico



El conocimiento
es de todos

Minciencias





La Cascada

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuicola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio La Cascada*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Retirito	8.12	9.37	25.67	8	4	0	747.9

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión

*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadoras para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio La Cascada?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	9.2	64

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles; se evidencia un incremento de Coliformes fecales los cuales son microorganismos indicadores de presencia de restos fecales, estos se caracterizan por crecer a elevadas temperaturas (44.5°C) . Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dichos grupos.



Diamante de las Aguas



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA
Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico

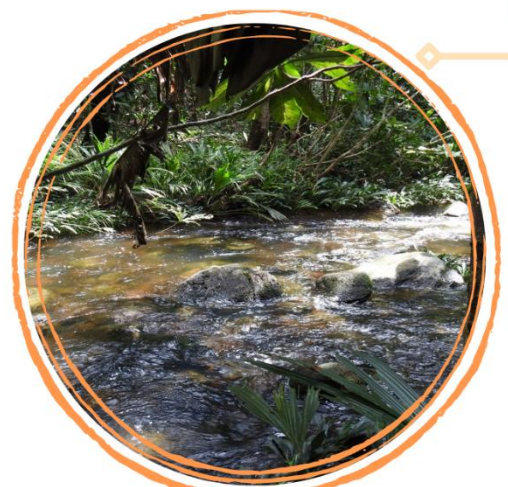


Minciencias



El conocimiento
es de todos

Diamante de las Aguas



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Diamante de las Aguas*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Baranda	7.57	10.44	24.07	7	3	0	748.8

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Solidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario de Caño Baranda se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter neutro-básico) y el oxígeno disuelto, el cual presenta un valor elevado, lo que favorece la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de solidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. Los fosfatos y los nitratos fueron ausentes a lo largo de todas las estaciones muestreadas, a diferencia de los metales que estuvieron presentes en las mismas.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadoras para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015
¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Diamante de las Aguas?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	6	23

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles; se evidencia un ligero incremento de Coliformes fecales los cuales son microorganismos indicadores de presencia de restos fecales, estos se caracterizan por crecer a elevadas temperaturas (44.5°C). Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupo.



Los Moriches Amaday



Los Moriches Amaday

Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Los Moriches Amaday*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Caño Seco	8.35	8.99	26.22	5	3	0	746

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión

*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del balneario de Caño Seco del predio Los Moriches Amaday se encuentra elevada de manera mínima, sin embargo, esto puede afectar de manera significativa la conductividad puesto que esta determina el movimiento de iones presentes en el agua. Adicionalmente, los valores disminuidos de sólidos disueltos totales pueden también explicar la razón de la conductividad baja en el balneario. El pH se encuentra dentro de los valores óptimos al igual que el oxígeno disuelto favoreciendo de esta manera la presencia de macroinvertebrados en el cuerpo de agua.

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

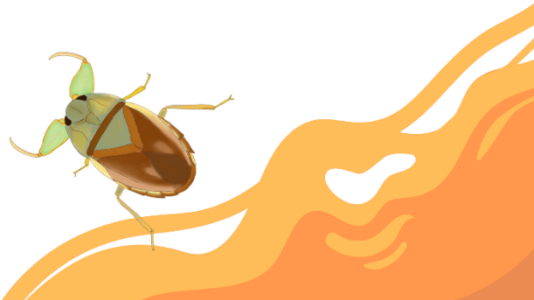
	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Los Moriches Amaday?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	16	23

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento en los dos grupos, por lo que hay presencia de microorganismos indicadores que son provenientes del suelo, plantas y/o tracto digestivo para el caso de Coliformes fecales. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupos.



Brisas del Nowen



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Facultad de Ciencias
Programa de Biología



CDA

Corporación para el Desarrollo Sostenible
del Norte y el Oriente Amazónico

El conocimiento
es de todos

Minciencias



Brisas del Nowen



Parámetros fisicoquímicos

¿Cuáles son los rangos óptimos para una buena calidad de agua dulceacuícola y presencia de macroinvertebrados al hablar de parámetros fisicoquímicos?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cuerpo de agua	5-9	>7	20-26	50-1500	<70	<1	≤760

¿Cuáles son los valores en el cuerpo de agua del predio Brisas del Nowen*?

	pH	OD	°C	uS/cm	TDS	PSU	mmHg
Cañño Rojo	7.37	3.33	25.32	16	8	0.01	743

Parámetros microbiológicos

Las bacterias coliformes son consideradas como indicadores para el monitoreo de la calidad del agua, debido a que dentro de este grupo se encuentran microorganismos provenientes del tracto intestinal y materia fecal tanto del hombre como animales que pueden sobrevivir y proliferar en el agua.

¿Cuál es el límite que se puede presentar en un cuerpo de agua de uso recreativo al hablar de parámetros microbiológicos?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	≤1000	≤200

Decreto 1076 de 2015

¿Cómo se encuentra el balneario empleado para uso recreativo del predio Brisas del Nowen?

	Coliformes totales	Coliformes fecales
NMP/100ml	16	9.4

Tanto los valores de Coliformes totales como fecales se encuentran dentro de los rangos permisibles, se evidencia un ligero incremento en los dos grupos, por lo que hay presencia de microorganismos indicadores que son provenientes del suelo, plantas y/o tracto digestivo para el caso de Coliformes fecales. Por lo tanto, es necesario mantener un monitoreo de dicho grupos.

OD: Oxígeno Disuelto (mg/L); °C: Temperatura; uS/cm (Conductividad); TDS: Sólidos Disueltos Totales; PSU: Salinidad; mmHg: Presión
*Valores obtenidos al momento de tomar las muestras para el estudio de los parámetros microbiológicos

La temperatura del cuerpo de agua perteneciente al predio Brisas del Nowen se encuentra dentro de los estándares normales, al igual que el pH (carácter neutro-básico). El oxígeno disuelto se encuentra por debajo del valor óptimo, lo cual puede disminuir la presencia de macroinvertebrados. Por otro lado, es posible evidenciar que la conductividad del agua está por debajo del rango óptimo, esto debido probablemente a la poca cantidad de sólidos disueltos totales presentes en el cuerpo de agua. A su vez, es importante tener en cuenta que la salinidad afecta también a la conductividad, por lo que, en este caso al tener una salinidad de 0.01 en el cuerpo de agua, los valores de conductividad pueden verse afectados de manera significativa.



Anexo 33. Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios de los predios

 El conocimiento es de todos.  Minciencias	 UNIVERSIDAD EL BOSQUE Facultad de Ciencias Programa de Biología	
Plan estratégico para el turismo rural comunitario en la Reserva Forestal Protectora Nacional Serranía La Lindosa – Angosturas II, San José del Guaviare y su área de influencia. Fase: Diseño de protocolos para la gestión del agua en la salud del turista y de la comunidad.		FORMATO MEMORIA

REUNIÓN PARA LA COCREACIÓN DE LA CARTILLA DESTINADA A LOS PROPIETARIOS DE LOS PREDIOS PERTENECIENTES A LA SERRANÍA LA LINDOSA

Lugar	Auditorio Corpolindosa
Fecha	26 de abril de 2022
Duración	9:30 am- 10:30 am

Componente	Teórico	x	Práctico	x	Aplicado	
Reunión	Reunión para la cocreación de la cartilla destinada a los propietarios de los predios pertenecientes a La Serranía La Lindosa					
Objetivos	- Proporcionar información referente al proyecto en relación a un producto de cocreación con los tenedores del territorio referente a la importancia del recurso hídrico, la calidad del mismo y acuerdos de cooperación entre propietarios - Establecer las narrativas por parte de los propietarios de la importancia del recurso hídrico - Compilar la información suministrada por los tenedores del territorio					
Participantes	Propietarios de los predios pertenecientes a la Serranía La Lindosa					
Número de asistentes	13 propietarios					
Personal a cargo	<i>Profesionales a cargo:</i> Alejandra Dueñas Santafé Valeria Rodríguez Viana <i>Apoyo:</i> María Fernanda López					

Convocatoria

La invito de manera verbal a los asistentes del Taller de Transferencia asertiva del conocimiento y manejo de la información por parte de los propietarios a los turistas

RESUMEN :

Se dio inicio con una breve introducción de la importancia del recurso hídrico, la calidad del agua y como se veía influenciado por diferentes actividades.

Posteriormente se llevó a cabo la explicación del propósito de la reunión que fue cocreación de la cartilla teniendo en cuenta la narrativa de los tenedores del territorio y la dinámica que fue planteada para el desarrollo de la misma, la cual se centró en la participación activa de los presentes con la ayuda de un moderador, presentando los diferentes puntos de vista y necesidades de los propietarios.

Se establece el tema de partida en el cual los propietarios expresaron la importancia del recurso hídrico, seguido de cuales creían que eran las actividades que estaban siendo potenciales influyentes sobre la calidad del agua de sus predios, de lo cual se destacó que en su mayoría estas

 El conocimiento es de todos.  Minciencias	 UNIVERSIDAD EL BOSQUE Facultad de Ciencias Programa de Biología	
Plan estratégico para el turismo rural comunitario en la Reserva Forestal Protectora Nacional Serranía La Lindosa – Angosturas II, San José del Guaviare y su área de influencia. Fase: Diseño de protocolos para la gestión del agua en la salud del turista y de la comunidad.		FORMATO MEMORIA

actividades no estaban siendo desarrolladas directamente por los propietarios en sus predios sino por actividades desarrolladas aguas arriba; lo cual crea la necesidad de establecer acuerdos de cooperación entre los propietarios, por lo cual se incentivó a los participantes a comentar cuál creían que sería la manera óptima de llevar a cabo dichos acuerdos.



Figura 1. Propietarios de los predios en la explicación de la reunión y dinámica de participación
Fuente: Grupo consultor

Finalmente se expresó que toda la información suministrada por los propietarios sería utilizada para la creación de una cartilla la cual tendrá contenida la importancia del recurso hídrico, calidad de agua, las actividades que afectan la calidad del recurso y cómo llevar a cabo los acuerdos de cooperación.

Conclusión

A partir de la participación activa de los asistentes se establecieron puntos clave para la creación de la cartilla teniendo en cuenta las perspectivas, puntos de vista y necesidades de los tenedores del territorio.

Elaborado por:

María Fernanda López

Tipos de registros y evidencias:

Narrativas y material fotográfico

Anexo 34. Cartilla de calidad de agua destinada a los propietarios





Calidad del agua

Los cambios en el ambiente pueden influir en el agua, como en su ubicación, cantidad, estacionalidad y calidad. Unas de las consecuencias de la disminución de la calidad de agua son:

1Durante la oxidación de los contaminantes se consume el oxígeno que es vital para las comunidades bióticas para la respiración y la degradación de la materia orgánica

2Aumento de microorganismos patógenos, altamente peligrosos tanto para la salud humana como para la vida acuática

3La mayor turbiedad generada por los sólidos disueltos y en suspensión sofocan a los organismos y crean espacios sin oxígeno

4Se pierden especies animales por las malas condiciones del medio físico y biótico, lo que promueve la aparición de plantas invasoras

5Aporte excesivo de nutrientes inorgánicos principalmente Nitrógeno y Fósforo (eutrofización)

6Por las espumas y grasas flotantes se afecta el intercambio de oxígeno (entre el aire y el agua) y alteran el aspecto estético

Actividades que afectan la calidad del recurso hídrico

Aporte de sedimentos

Donde se practique tala y quema de la cobertura vegetal para preparar el terreno para cultivos, donde los materiales producto de esta actividad constituyen otra fuente importante de sedimento de arrastre que genera cambios tanto morfológicos como estructurales dentro de los cuerpos de agua



Consumo de suelo

Uso de materiales (arcillas, limos, arenas, gravas y fragmentos de roca) para construcción.



Vertimiento de aguas residuales

Vertimiento de aguas que ya fueron utilizadas con un fin particular y se depositan en los cuerpos de agua. Por ejemplo, aguas domésticas y aguas residuales.



Intervención de cuencas y cuerpos de agua

Actividades humanas que generen intervención en nacimientos, zonas de recarga, rondas de protección, acuíferos y cauces, introducción de cambios en el drenaje natural



Transito de ganado

Paso libre de ganado dentro de los cuerpos de agua, depositando residuos orgánicos que alteran la composición



¿Qué hacer frente a las actividades que afectan el recurso?

Acuerdos de cooperación entre los propietarios de los predios

Establecer los puntos donde se están llevando a cabo actividades que afectan potencialmente la calidad del agua

Crear espacios de comunicación entre los propietarios de los predios involucrados

Establecer la posición, argumentos y puntos de interés de las partes

Encontrar puntos de coincidencia entre las partes

Generar propuestas donde no se vea afectada ninguna de las partes, priorizando el cuidado y conservación del recurso

Llegar a un acuerdo y continuar con el seguimiento para el debido cumplimiento



Referencias

CORPONOR. (2018). Documento técnico de los resultados de las condiciones físico-químicas, microbiológica y biológicas de los cuerpos de agua ubicados en la cuenca hidrográfica del Río Zulia, asociados al mapa de tierra administrado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

Franco, F. L. (2013). Presiones, Impactos y Efectos Antrópicos sobre los Ríos. Boletín ambiental Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) Universidad Nacional de Colombia.

Naciones Unidas. (2021). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua. UNESCO, París