

ESTUDIOS TRANSDISCIPLINARES DEL MEDIOAMBIENTE

Jonathan S. Pelegrin y Silvia A. Quijano
Editores Científicos



COLECCIÓN ESTUDIOS
TRANSDISCIPLINARIOS

VICILADA
UNIVERSITARIA



EDITORIAL



Cita este libro / Cite this book:

Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). (2025). *Estudios transdisciplinarios del medio ambiente*. Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287770782>

Palabras Clave / Keywords:

Educación ambiental, Sostenibilidad, Conservación de la biodiversidad, Gestión socioambiental, Ecología.

Environmental education, Sustainability, Biodiversity conservation, Socio-environmental management, Ecology.

Contenido relacionado:

<https://www.usc.edu.co/investigaciones/>

ESTUDIOS
**TRANSDISCIPLINARES
DEL MEDIOAMBIENTE**

Transdisciplinary Environmental Studies

Jonathan S. Pelegrin
Silvia A. Quijano
Editores Científicos

Francisco J. Bedoya Rodríguez, Ivan M. Bermudez Vera,
Victor A. Cerón Hernández, Dora E. Cerón Parra, María
E. Freire Tigreros, Carlos E. Guevara-Fletcher, Angela M.
León Forero, Carlos A. López, Jonathan S. Pelegrin, Silvia A.
Quijano, Jose A. Ruco Suárez, Katherine Sinisterra Ibarguen,
Einer A. Villegas Mañunga
Autores



Estudios transdisciplinarios del medio ambiente / Jonathan S. Pelegrín Ramírez, Silvia Andrea Quijano Pérez [Editores científicos]. --Cali: Universidad Santiago de Cali, 2025.

264 páginas: gráficos; 24 cm.
Incluye índice

ISBN impreso: 978-628-7770-77-5

ISBN digital: 978-628-7770-78-2

1. Educación ambiental 2. Sostenibilidad 3. Conservación de la biodiversidad 4. Gestión socioambiental I. Jonathan S. Pelegrín Ramírez II. Silvia Andrea Quijano Pérez. Facultad de Educación. Universidad Santiago de Cali.

SCDD 333.7 ed. 23

CO-CaUSC

JRGB/2025



EDITORIAL

Estudios transdisciplinarios del medio ambiente

© Universidad Santiago de Cali

© **Editores científicos:** Silvia Andrea Quijano Pérez y Jonathan Pelegrín Ramírez

© **Autores:** Carlos Guevara-Fletcher, Dora Elizabeth Cerón, Ángela Mercedes León Forero, María Eufemia Freire Tigres, José Armando Ruco Suarez, Katherine Sinisterra Ibargüen, Silvia Andrea Quijano Pérez, Iván Mauricio Bermudez Vera, Carlos Alberto López Guzmán, Víctor Alfonso Cerón Hernández, Jonathan Pelegrín Ramírez, Einer Alfredo Villegas y Francisco Javier Bedoya Rodríguez

1ª. Edición 50 ejemplares

Cali, Colombia - 2025

Fondo Editorial / Publishing Fund

Carlos Andrés Pérez Galindo
Rector

Anisbed Naranjo Rojas
Directora General de Investigaciones

Comité Editorial / Editorial Board

Anisbed Naranjo Rojas
Odín Avila Rojas
Doris Lilia Andrade
Edgar Francisco Arcos
Florencio Arias
Jonathan Pelegrín
Héctor Cuevas Arenas
Liseth Suarez Osorio

Proceso de arbitraje doble ciego / "Double blind" peer-review

Recepción / Submission:

Mayo (may) de 2025

Correcciones de autor / Improved version submission:

Junio (june) de 2025

Evaluación de contenidos / Peer-review outcome:

Mayo (may) de 2025

Aprobación / Acceptance:

Junio (june) de 2025



La editorial de la Universidad Santiago de Cali se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Contenido

Prólogo	9
Introducción	13
<i>Capítulo 1</i>	
Identificación Comunitaria de Conflictos Socioambientales y Posibles Soluciones para la Microcuenca del Río Ejido, Popayán Cauca, Colombia	17
Dora Elizabeth Cerón, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
Carlos Eduardo Guevara Fletcher, <i>El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Colombia, Cali</i>	
Silvia Andrea Quijano Pérez, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
<i>Capítulo 2</i>	
Percepción Ambiental a Partir de la Implementación de una Estrategia de Educación Ambiental (EEA) en la Urbanización Ciudad Farallones, Municipio de Jamundí, Valle del Cauca	59
Ángela Mercedes León Forero, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
María Eufemia Freire Tigreiros, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
<i>Capítulo 3</i>	
Estimación de la Huella Hídrica como Estrategia para un Mejor Uso del Agua en la Institución Educativa Justiniano Echavarría del Centro Poblado Villanueva, El Águila	91
José Armando Ruco Suarez, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
Katherine Sinisterra Ibargüen, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
Silvia Andrea Quijano Pérez, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
Ivan Mauricio Bermudez Vera, <i>Universidad del Valle, Colombia, Cali</i>	
<i>Capítulo 4</i>	
Problemas Ambientales Relacionados con la Calidad del Agua del Embalse Calima del Municipio de Darién, Valle del Cauca y Estrategias de Mitigación	137
Carlos Alberto López Guzmán, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	
Victor Alfonso Cerón Hernández, <i>Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali</i>	

Capítulo 5

Análisis de los Impactos Socioambientales de la Extracción de Material de Arrastre y la Minería de Oro en la Cuenca Baja del Río Palo, Cauca (Colombia)..... 197

Einer Alfredo Villegas, *Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali*

Jonathan Pelegrín Ramírez, *Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali*

Capítulo 6

Educación Ambiental y Conservación de la biodiversidad de especies animales emblemáticas en Suramérica: una Revisión Sistemática233

Francisco Javier Bedoya Rodríguez, *Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali*

Jonathan Pelegrín Ramírez, *Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali*

Acerca de los Editores Científicos255

Acerca de los Autores257

Pares Evaluadores.....263

Table of contents

Foreword	9
Introduction	13
Chapter 1	
Community Identification of Socio-environmental Conflicts and Possible Solutions for the Ejido River Microbasin, Popayán-Cauca, Colombia	17
Dora Elizabeth Cerón, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Carlos Eduardo Guevara Fletcher, El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Colombia, Cali	
Silvia Andrea Quijano Pérez, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Chapter 2	
Environmental Perception from the Implementation of an Environmental Education Strategy (EEA) in the Farallones City Urbanization, Municipality of Jamundí, Valle del Cauca	59
Ángela Mercedes León Forero, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
María Eufemia Freire Tigreiros, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Chapter 3	
Estimation of the Water Footprint as a Strategy for a Better Use of Water in the Justiniano Echavarría Educational Institution in the Town of Villanueva, El Águila	91
José Armando Ruco Suarez, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Katherine Sinisterra Ibargüen, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Silvia Andrea Quijano Pérez, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Ivan Mauricio Bermudez Vera, Universidad del Valle, Colombia, Cali	
Chapter 4	
Environmental Problems Related to the Water Quality of the Calima Reservoir in the Municipality of Darien Valle del Cauca and Mitigation Strategies	137
Carlos Alberto López Guzmán, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	
Victor Alfonso Cerón Hernández, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali	

Chapter 5

Analysis of the Socio-Environmental Impacts of the Extraction of Trawl Material and gold Mining in the Lower Basin of the Río Palo, Cauca (Colombia) 197

Einer Alfredo Villegas, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

Jonathan Pelegrín Ramírez, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

Chapter 6

Environmental Education and Conservation of the Biodiversity of Emblematic Animal Species in South America: a systematic review233

Francisco Javier Bedoya Rodríguez, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

Jonathan Pelegrín Ramírez, Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

About the Scientific Editors255

About the Authors257

Peer Evaluators263



Prólogo

Foreword

En los albores del siglo XXI, la humanidad se enfrenta a uno de los desafíos más apremiantes y complejos de nuestra era: la crisis ambiental global. Este fenómeno, que comprende múltiples aristas y amenazas para el sistema tierra, trasciende fronteras geográficas y disciplinas científicas. En este sentido, exige una comprensión profunda y una acción concertada para mitigar los efectos devastadores de problemáticas tan diversas como la pérdida de biodiversidad, el cambio en el uso del suelo, la contaminación del agua y el aire o el cambio climático. En este contexto, la educación ambiental y la sostenibilidad emergen como pilares fundamentales para formar una ciudadanía consciente y proactiva en la preservación de nuestro planeta.

Este libro nace de la necesidad de integrar diversas disciplinas en el estudio de las temáticas ambientales, ofreciendo una perspectiva holística y multifacética sobre los problemas que enfrentamos. La combinación de ciencias naturales, sociales, económicas y culturales permite abordar la crisis ambiental desde una visión regional pero con un marco global integral y transdisciplinar, reconociendo la interdependencia de los sistemas biológicos, geológicos y socioculturales que conforman nuestro mundo.

En Colombia, un país de destacada diversidad biológica y cultural, la educación ambiental adquiere una relevancia particular. La variabilidad climática y la diversidad de ecosistemas que se configuran desde la Amazonía hasta los Andes, demandan un enfoque educativo que valore y proteja este patrimonio natural. Asimismo, es perentorio un enfoque transdisciplinar en el abordaje de las problemáticas ambientales. Desde las ciencias ambientales se generan diagnósticos y alarmas sobre estas amenazas o las necesidades de programas de conservación, pero es necesario que la educación actúe como

puente entre la ciencia y la sociedad con miras a que estos aspectos se materialicen en acciones concretas y de impacto. Así, este libro busca ser una herramienta valiosa para educadores, estudiantes y todos aquellos interesados en comprender y actuar frente a los desafíos ambientales de nuestro tiempo, haciendo especial énfasis en el contexto colombiano.

Los problemas ambientales no son fenómenos distantes o ajenos a nuestra realidad cotidiana. Sus efectos se hacen evidentes y afectan la agricultura, la salud, el acceso a recursos hídricos y la estabilidad socioeconómica de nuestras comunidades. Por tanto, es clara la relación entre bienestar humano y condiciones de estabilidad ambiental. En Colombia, fenómenos como el deshielo de los glaciares andinos, la deforestación de la Amazonía, la contaminación de las fuentes hídricas, el aumento de la frontera agrícola, la pérdida de biodiversidad y la erosión costera son algunos de los testimonios de un entorno en transformación. Frente a esta realidad, es imperativo fomentar una educación ambiental que promueva el pensamiento crítico y la investigación, así como la innovación y la acción colectiva.

Este prólogo no solo introduce a los enfoques que engloban las temáticas abordadas en el libro, sino que también subraya la urgencia de una respuesta educativa integral y efectiva. La sostenibilidad, entendida como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de las futuras generaciones, debe ser el norte que guíe nuestras acciones sociales individuales y colectivas, al igual que las relacionadas con la gobernanza de nuestros territorios.

A través de los capítulos, exploraremos cómo la intersección de distintas disciplinas derivadas de las ciencias ambientales y la educación, pueden ofrecer nuevas aproximaciones que contribuyan a entender los procesos naturales. Asimismo, también permitirá la integración de miradas económicas y sociológicas en la comprensión de las problemáticas ambientales y sus posibles soluciones. Todo ello sin duda podrá aportar herramientas para diseñar políticas inclusivas y equitativas.

En conclusión, este libro es una invitación a profundizar en el estudio de las temáticas ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria y transdisciplinaria, reconociendo la complejidad y la urgencia del desafío que enfrentamos. La educación ambiental y la sostenibilidad en el contexto colombiano no son solo una necesidad, sino una responsabilidad colectiva que debemos asumir con seriedad y compromiso.

Desde la apuesta de la Universidad Santiago de Cali a través de su grupo de investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad (EcoBio) y a nombre de los autores, esperamos que Estudios transdisciplinarios en medio ambiente inspire a sus lectores a convertirse en agentes de cambio, capaces de liderar iniciativas que protejan, conserven y restauren nuestro entorno natural, asegurando un futuro próspero y sostenible para las generaciones venideras.

JONATHAN S. PELEGRIN
SILVIA A. QUIJANO
Editores Científicos



Introducción

Introduction

En la búsqueda constante por comprender y abordar los complejos desafíos socioambientales que afectan a diversas comunidades, este libro ofrece una compilación de diversas investigaciones desarrolladas desde las líneas temáticas del Grupo de Investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad (EcoBio). Los estudios transdisciplinarios que se compilan exploran diferentes realidades regionales y locales, y sus interrelaciones con el entorno natural.

A través de un enfoque integral y colaborativo, los estudios presentados en este volumen abordan y analizan diversas problemáticas ambientales, sociales y económicas, con especial énfasis en las alternativas de manejo sostenible que pueden ser implementadas para mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las comunidades. De esta forma, este libro pretende aportar a la consolidación del objetivo principal del grupo, el cual es promover el estudio y la investigación de los aspectos fundamentales referentes al campo de las Ciencias del Medio Ambiente con el fin de potenciar su desarrollo en nuestro país y especialmente en el suroccidente colombiano.

Una de las principales temáticas abordadas en el libro es la identificación de los conflictos sociales y ambientales en las cuencas de los ríos del Cauca, específicamente los ríos Ejido y Palo. Estos conflictos han surgido principalmente como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos naturales, lo que ha generado una creciente degradación de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y el empobrecimiento de las comunidades locales. A través de estudios detallados, se analizan las causas profundas de estos problemas, incluyendo las prácticas insostenibles de extracción de recursos, la falta de políticas públicas efectivas y la insuficiente participación comunitaria en la toma de decisiones. Además, el libro

presenta diversas propuestas de soluciones innovadoras, basadas en la restauración ecológica, el manejo participativo de los recursos naturales y la implementación de políticas de desarrollo sostenible.

Otro de los temas destacados en este libro son las problemáticas ambientales que afectan la calidad del agua en el embalse de Calima, ubicado en el municipio de Darién, en el Valle del Cauca. Este embalse es una fuente vital de agua para la región, sin embargo, ha sufrido una serie de impactos negativos debido a la contaminación y a las alteraciones en el uso del suelo. Se exploran diversas estrategias de mitigación para contrarrestar estos impactos, como la restauración de las zonas de ribera, el tratamiento de aguas residuales y la mejora de las prácticas agrícolas en las zonas aledañas al embalse. Estas acciones buscan no solo mejorar la calidad del agua, sino también fomentar un uso más consciente y responsable de los recursos hídricos por parte de la población.

En el marco de la educación ambiental, el libro también presenta una propuesta de sensibilización sobre el uso responsable del agua, dirigida a los estudiantes de una institución educativa en el Municipio El Águila, en el Valle del Cauca. A través de una serie de actividades educativas y talleres de sensibilización, se busca generar conciencia en las nuevas generaciones sobre la importancia de conservar este recurso esencial para la vida. Esta iniciativa se enmarca dentro de un enfoque de educación ambiental que promueve prácticas sostenibles a nivel local, alentando a los jóvenes a convertirse en agentes de cambio en sus comunidades.

Además, se analiza el caso de la implementación de Estrategias de Educación Ambiental (EEA) en la Urbanización Ciudad Farallones, en el municipio de Jamundí. Este estudio muestra cómo las estrategias de educación ambiental pueden ser una herramienta crucial para generar conciencia sobre los problemas ecológicos que enfrenta la comunidad. Las EEA, a través de la participación activa de los ciudadanos en procesos de aprendizaje y acción, fomentan la adopción de comportamientos responsables y la creación de redes

de apoyo que permiten una gestión ambiental más efectiva. Este enfoque participativo no solo fortalece el vínculo de la comunidad con su entorno, sino que también promueve la sostenibilidad a nivel urbano.

Finalmente, el libro aborda el análisis de la educación ambiental en relación con la conservación de la biodiversidad, un tema esencial para la preservación de los ecosistemas en el Valle del Cauca y Colombia. A través de una revisión de las especies bandera, que son aquellas especies que sirven como símbolos de conservación y que tienen un alto valor ecológico, se evalúa el impacto de los programas educativos en la generación de conciencia ambiental. Estos programas han demostrado ser eficaces no solo en la protección de especies específicas, sino también en la creación de una cultura de respeto y cuidado hacia la naturaleza. El estudio resalta la importancia de involucrar a la comunidad en la gestión de la biodiversidad, utilizando a las especies bandera como vehículos de sensibilización y educación.

A lo largo de estos estudios, este libro busca contribuir al entendimiento y la resolución de los desafíos ambientales locales, promoviendo soluciones que beneficien tanto a las comunidades como al entorno natural que las rodea. De este modo, se fomenta la construcción de un futuro más sostenible, basado en la colaboración, la educación y la gestión responsable de los recursos naturales. Este enfoque también resalta la importancia de pensar lo global desde lo local, reconociendo que las acciones y decisiones que se toman a nivel local tienen un impacto directo en el bienestar de la comunidad y en la salud del planeta.



CAPÍTULO 1

Identificación Comunitaria de Conflictos Socioambientales y Posibles Soluciones para la Microcuenca del Río Ejido, Popayán-Cauca, Colombia

Community Identification of Socio-environmental Conflicts and Possible Solutions for the Ejido River Microbasin, Popayán-Cauca, Colombia

Dora Elizabeth Cerón

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0009-0006-0079-130X

✉ chavita-21@hotmail.com

Silvia Andrea Quijano Pérez

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0002-6371-3038

✉ silvia.quijano00@usc.edu.co

Carlos Eduardo Guevara Fletcher

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

Colombia, Cali

© 0000-0003-3955-8231

✉ cefletcher8@hotmail.com

Resumen

La percepción y disposición para solucionar los conflictos socioambientales que tienen una comunidad en su entorno, se da gracias al análisis y conocimiento de dichos conflictos y

Cita este capítulo / Cite this chapter

Cerón, D. E.; Guevara Fletcher, C. E. y Quijano Pérez, S. A. (2025). Identificación Comunitaria de Conflictos Socioambientales y Posibles Soluciones para la Microcuenca del Río Ejido, Popayán-Cauca, Colombia. En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). Estudios transdisciplinarios del medio ambiente. (pp. 17-58). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/978628770782-1>

a la implementación de procesos participativos y de liderazgo comunitario. Las cuencas hidrográficas en zonas urbanas de Colombia presentan problemas y situaciones ambientales que son necesarios conocer y solucionar, utilizando distintos procesos. Así, en la ciudad de Popayán, Cauca, se realizó una caracterización de especies vegetales y un análisis participativo (entrevista con siete preguntas a cien individuos y cartografía social) sobre los conflictos socioambientales en cinco sitios ubicados en la cuenca alta, media y baja del río Ejido. El propósito, fue establecer las posibles medidas de mitigación que deben ser realizadas por los diferentes actores que tienen injerencia sobre la cuenca. Se encontraron 61 especies vegetales principalmente ornamentales y no autóctonas. Las personas tienen mayor preocupación sobre los residuos sólidos y los malos olores y, por lo tanto, es necesario realizar acciones de limpieza y procesos de educación ambiental. Sin embargo, las personas no participan en ninguna acción proambiental. La comunidad conoce las causas y consecuencias de los conflictos ambientales e idealizan el estado deseado para la cuenca. Se plantearon las posibles intervenciones a realizar en el río Ejido, con un compromiso social/civil por parte de las comunidades. Se concluye que las comunidades tienen la capacidad, de ejecutar cambios de hábitos/costumbres ambientales, sociales, culturales que se requieren para el mejoramiento de la calidad ambiental local, necesitando el acompañamiento gubernamental y privado, con responsabilidad ambiental.

Palabras clave: Identificación, solución, conflictos socioambientales, comunidad, Río Ejido, Popayán, Colombia

Abstract

The perception and willingness to solve the socio-environmental conflicts that a community has in its environment is given thanks to the analysis and knowledge of said conflicts and the implementation of participatory and community leadership processes. Hydrographic basins in urban areas of Colombia present environmental problems and situations that need to

be known and resolved through different processes. Thus, in the city of Popayán, Cauca, a characterization of plant species and a participatory analysis (interview with seven questions to hundred individuals and social mapping) of socio-environmental conflicts were carried out in five sites located in the upper, middle and lower basins of the Ejido River. The objective was to identify possible mitigation measures to be implemented by the different factors that influence the basin. 61 mainly ornamental and non-native plant species were found. People are more concerned about solid waste and bad smells, so it is necessary to carry out cleaning actions and environmental education processes. However, people do not participate in pro-environmental actions. The community knows the causes and consequences of environmental conflicts and idealizes the desired state for the basin. Possible interventions to be carried out in the Ejido river were proposed, with a social/civic commitment on the part of the communities. It is concluded that the communities have the capacity to implement changes in environmental, social and cultural habits/customs that are necessary to improve the local environmental quality, with the support of the government and private sector, with environmental responsibility.

keywords: identification, solutions, socio-environmental conflicts, community, solutions, Ejido river, Popayán, Colombia.

Introducción

De acuerdo con el Decreto 1729 de 2002, una cuenca hidrográfica se define como “...el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar” (República de Colombia, 2002). La cuenca hidrográfica es una de las principales figuras usadas en la ordenación ambiental del territorio nacional, por cuanto presenta cierta uniformidad en cuanto a su estructura geológica, geomorfológica y física, además de su climatología,

diversidad biológica y contexto social y cultural. Dicho de otro modo, dada su uniformidad territorial y social, la cuenca hidrográfica es una unidad conceptual y territorial apta y susceptible para el desarrollo de análisis y la implementación de acciones y procesos de educación ambiental con participación comunitaria.

En el ámbito internacional, varios estudios han realizado análisis de identificación, caracterización y posibles soluciones para los conflictos ambientales generados en diferentes cuencas hidrográficas, como es el caso de Howes y Wyrwoll (2012) quienes abordan la identificación y descripción de los conflictos ambientales en la cuenca baja del río Mekong en su paso por Laos, Tailandia, Camboya y Vietnam, en el contexto del desarrollo hidroeléctrico de la región, desde una perspectiva de la información oficial e institucional. Tobias (2013) presenta un panorama de mejores prácticas en la planeación para la preservación de los servicios ecosistémicos urbanos, y aporta una estrategia para el tratamiento de los conflictos socioambientales en una perspectiva de ciudades verdes y ambientalmente sostenibles. Por su parte, Tally et al. (2021) realizan un desarrollo conceptual y metodológico para la identificación comunitaria de los conflictos socioambientales, usando estrategias de ciencia ciudadana para el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de San Diego (California, USA). Ahora bien, desde una perspectiva diferente, Squella (2021) reflexiona sobre el enfoque de la psicología ambiental comunitaria y el mapeo colectivo, como métodos para la identificación de conflictos socioambientales en cuencas hidrográficas de la región de Valparaíso (Chile). Por su parte, Shiferaw et al. (2011) presentan un análisis de la acción colectiva y comunitaria y sus efectos sobre la conservación de los ecosistemas naturales en el manejo de comunitario de las cuencas, en zonas semiáridas de la India, a través de una metodología cuantitativa.

Las cuencas hidrográficas tienen un valor ecológico importante por cuanto transversalizan los ecosistemas acuáticos y terrestres. Asimismo, contribuyen con la oferta de biodiversidad y de servicios ecosistémicos (SE), asociados a la provisión y calidad

del agua; hábitat; captura de carbono, paisaje, recreación, entre otros (Ramsar, 2010). Sin embargo, el continuo deterioro de las cuencas, el manejo inadecuado y los cambios en los usos del suelo, han reducido la oferta de SE aumentando los problemas sociales, económicos y ambientales para las comunidades y propiciando el desencadenamiento de diferentes conflictos socioambientales (Rincón-Ruiz et al., 2016). Como una herramienta y hoja de ruta para la articulación de esfuerzos en torno a la implementación de procesos en educación ambiental (EA), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, unieron esfuerzos para articular sus acciones para generar la Política Nacional de Educación Ambiental (Mavdt-Men, 2003).

Esta política se hizo en alianza con las instituciones relacionadas con los temas ambientales y su relación con la educación en todos los niveles, a manera de estrategia para la construcción y apropiación social de valores relacionados con la protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales, a la vez que se planteó desarrollar conceptos y metodologías para enfrentar los grandes desafíos ambientales de la sociedad, como el cambio climático global, aplicando procesos de gobernanza. En este documento normativo se define a la educación ambiental como un proceso que le permite a las personas comprender las relaciones de interdependencia existentes en el entorno, “con base en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural”, con miras a su apropiación por parte de las personas y las comunidades, a través de criterios, actitudes y principios acordes con la valoración y respeto por el ambiente. Por ende, la aplicación de la EA para la solución de conflictos socioambientales sobre cuencas hidrográficas es determinante para mantener, conservar, cuidar y reconocer la importancia de los ecosistemas acuáticos.

Ahora bien, algunos autores como Vargas y Molina (2008) e instituciones como la Alcaldía Municipal de Popayán (2016), Morales, Salazar y Urrea (2016), la Corporación Autónoma

Regional del Cauca (2018) y la Universidad del Cauca en asociación con la Alcaldía de Popayán (2017), han realizados trabajos con bases en información relacionada con la cartografía básica, geomorfológica e hidrográfica, de flora y fauna existente en la Microcuenca del Río Ejido, pero sobre todo han planteado como las comunidades mantienen una estrecha relación con las microcuencas, haciendo relevante las diversas necesidades que se suplen a través de ellas, que van desde la recreación hasta el uso del agua para actividades domésticas, y también el alto riesgo de estar expuestas a inundaciones y aspectos de insalubridad. Con ello, se han planteado y encontrado soluciones para mejorar las cuencas por medio de procesos de gobernanza, caracterizando los conflictos ambientales y aplicando procesos de EA.

Igualmente, algunos documentos institucionales, identifican algunos de los principales problemas socioambientales, que a su vez tienen una potencial afectación sobre las cuencas hidrográficas, para las áreas urbanas del municipio de Popayán: (i) Contaminación por disposición inadecuada de residuos sólidos; (ii) Contaminación por vertimientos a los cuerpos de agua; (iii) Falta de compromiso y conciencia ciudadana e institucional; (iv) Inseguridad en humedales y rondas hídricas (Urrea, 2012).

La cuenca del Río Ejido y su área de influencia ha formado parte del crecimiento reciente de la ciudad, principalmente después del terremoto que afectó a la ciudad de Popayán en el año 1983, el cual también generó fuertes presiones demográficas hacia las zonas llanas ubicadas en los alrededores del Sector Antiguo. No obstante, su relevancia histórica, geográfica y, por supuesto hídrica, en los últimos años esta microcuenca urbana y sus alrededores han presentado un notable deterioro en sus condiciones socioambientales, dada la insuficiente presencia del Estado, así como las debilidades propias de las comunidades, que no han logrado organizarse y actuar para el mejoramiento de esta situación. Amador et al. (2017) consideró fundamental que la percepción y la educación ambiental son una dupla importante que se debe considerar en los procesos con personal

de las instituciones educativas de básica secundaria, de forma que los estudiantes se comprometan con el ejercicio de recuperación ambiental del territorio.

Casa et al. (2019) también hacen referencia al compromiso que surge de la interacción de los estudiantes con los conflictos socioambientales, en su solución, a través de un estudio sobre las percepciones sobre contaminación y las actitudes ambientales. Cantú (2020), a su vez, hizo énfasis en la importancia del involucramiento de los estudiantes universitarios en los conflictos socioambientales, mediante la interiorización del “vínculo que existe entre el individuo y el ambiente en el que vive”, como factor de compromiso. Los docentes también comparten esta responsabilidad como lo resalta Bedolla-Solano et al. (2017), y sus niveles de incorporación de la dimensión ambiental en las diversas áreas del conocimiento, que no necesariamente debe ser realizada por el docente de ciencias naturales; sino también involucrar a las demás ramas del conocimiento identificadas en los docentes que imparten distintas áreas, al igual, que llevar el aula a las calles al ecosistema circundante a la interacción con la naturaleza. Es decir, la participación comunitaria es clave para la identificación puntual de los problemas socioambientales de su propio territorio, pero al mismo tiempo son un engranaje fundamental para encontrar maneras de solucionarlos, y alcanzar la consecución de un estado deseado.

En consecuencia, la identificación de los problemas, situaciones socioambientales del río, son una parte fundamental para reconocer la importancia de este, principalmente como prestador de varios servicios ecosistémicos a las comunidades asentadas a lo largo de su rivera. Flores y Herrera (2010) sostienen que la investigación sobre percepciones ambientales de las personas y comunidades tiene importantes implicaciones para la educación ambiental, ya que “implica el proceso de conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos”, y definen que la percepción ambiental “...es la afinidad, elección y organización de las modificaciones ambientales, orientada a la toma de decisiones que hacen posible una acción inteligente o

dirigida a un fin y que se expresa por ella. De esta manera, la percepción prepara al ciudadano en aras de la acción ambiental.

Sobre este tema, Azevêdo et al. (2022) postulan que es necesario considerar la percepción ambiental de la comunidad local como un factor relevante en los programas de manejo y conservación de los ecosistemas, ya que estas comunidades pueden contribuir significativamente al mantenimiento de la calidad ambiental a través de su desempeño en la gestión participativa en proyectos tales como: participar en la investigación de la contaminación en embalses, recolectar parámetros relacionados con la calidad ambiental y la acción comunitaria en el diseño de estrategias de conservación. Dagvadorj et al. (2018) usan los estudios de percepción en los casos de empresas mineras con diferentes grupos de la comunidad local, especialmente aquellos sensibles a los cambios ambientales, de manera que la empresa tome medidas para mantener la confianza.

Con estas inquietudes, se propuso como objetivo fortalecer los procesos comunitarios frente a su actuar (hábitos) sobre el río Ejido a partir de la percepción de la comunidad de los conflictos socioambientales en su entorno. Para lograrlo se trazaron tres objetivos: (i) Identificar los conflictos socioambientales que afectan el área de influencia del Río Ejido de acuerdo con la percepción comunitaria sobre el terreno. (ii) Caracterizar la vegetación de la microcuenca del río Ejido. (iii) Definir las acciones para mejorar el estado de los conflictos socioambientales identificados en la microcuenca del río Ejido.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

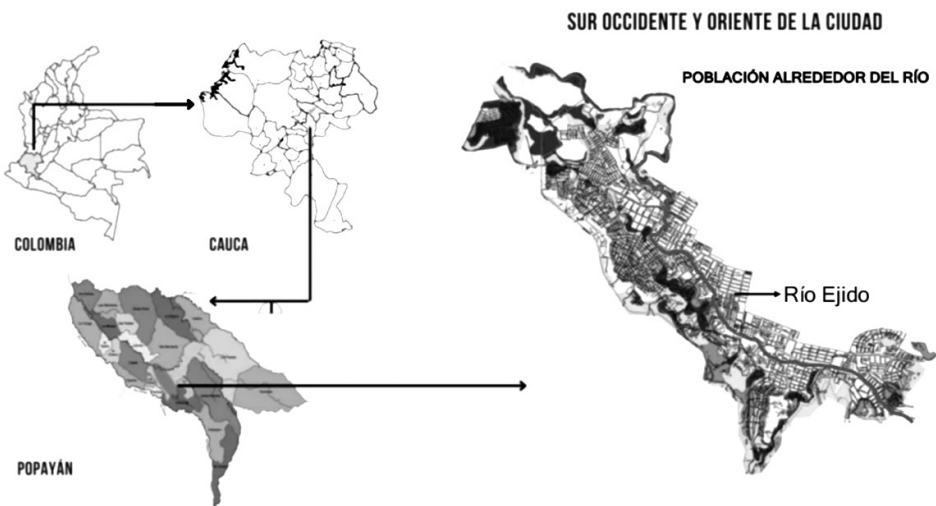
El área de la microcuenca del río Ejido hace parte de la Subcuenca del río Molino, con una superficie de 1200 Ha., que desde su nacimiento

hasta su desembocadura tiene una longitud de 9,5 Kilómetros aproximadamente. El río Ejido se localiza en el sector suroriental de la ciudad de Popayán y nace en la cota de los 2300 msnm, ubicado en la vertiente oriental de la cordillera occidental, municipio de Cauca, desciende por el área urbana, recibiendo varios afluentes como la Quebradas Tinajas, Quebrada Molanga, Quebrada La Paila, también conocida como los Sauces o Dos Agüitas, Quebrada Tejares o Las Monjas, las cuales forman un sistema que recorre la ciudad de sur oriente a noroccidente hasta desembocar en el Río Molino (Figura 1).

El Río Ejido es una fuente hídrica que nace en la cota superior en los 2141 msnm y la cota inferior en el 1698 msnm., de los cuales, sólo 3,5 km están en zona rural antes de su paso por la ciudad de Popayán. La pendiente media del cauce es del 3,6% y el ancho medio de la microcuenca es de 2,8 km. En la parte alta correspondiente a la Quebrada Tinajas, Dos Aguas o Los Sauces, luego cruza el área urbana en cuyo recorrido por la ciudad transporta vertimiento de aguas residuales y desechos sólidos.

Figura 1.

Localización del río Ejido, Popayán Cauca, Colombia.



Tipo de Investigación, Muestreo y Análisis de la Información

El método de investigación empleado es descriptivo (Tamayo, 2003), con observación no participante. El diseño es de tipo no experimental transversal o transaccional, considerado como ex post facto, al recoger datos en un único momento (2008-2017) (Hernández y Mendoza, 2018). Las personas que habitan en el área de la microcuenca del río Ejido, es de aproximadamente 72000 habitantes (Alcaldía de Popayán, 2021). Para calcular el “n” de muestra de las personas a muestrear, se utilizó la fórmula: $n = Z^2 p * q N / e^2 (N-1) + Z^2 p * q$ para población finita con un 95% de nivel de confianza y un 10% de error. En consecuencia, debían muestrearse 96 personas, realizando la entrevista a un total de 100. Se entrevistaron 100 personas distribuidas en 5 sitios de muestreo a lo largo del cauce urbano del río Ejido que coinciden con el nombre de los barrios diferenciados por cuencas alta, media y baja desde donde ingresa al río a la ciudad (alta) hasta donde termina (baja) (Cuenca alta (1 lugar de muestreo), cuenca media (2 lugares) y cuenca baja (2 lugares)), los cuales fueron seleccionados por encontrarse en ellos gran concentración y afluencia de personas, la ubicación de parques urbanos y bocacalles sobre la ribera del río y el nivel de posibles conflictos ambientales que se presentan según fotografías registradas durante la primera salía de campo realizada al cauce (Tabla 1).

Tabla 1.

Sitios de muestreo seleccionados para la aplicación de encuestas en las zonas de la cuenca Baja, media y alta del río Ejido en Popayán.

Sitio	Parte de la Cuenca	Barrios
Sitio1	Cuenca Baja	Barrio Junín
Sitio2	Cuenca Baja	Barrio Chune
Sitio3	Cuenca Media	Barrio Libertador – Tomas Cipriano, Santa Elena
Sitio4	Cuenca Media	Barrio Guayabal – Santa Fe Bajo, Retiro Bajo
Sitio5	Cuenca Alta	Barrio Los Sauces – Las Ferias. Floresta

Se realizó una encuesta, con siete preguntas semiestructuradas de tipo abierto, que hacen referencia a diferentes factores de la percepción individual y comunitaria de las personas, respecto de la situación del río Ejido las cuales son representativas y significativas para describir los problemas ambientales que genera el actuar de la comunidad en el río (Anexo 1). La información de las encuestas se registró usando una grabadora de mano para verificar su transcripción posterior. El muestreo y desarrollo de entrevistas tuvo una duración de 6 semanas en el transcurso del año 2022.

Una vez se realizó el total de las encuestas se procedió a ingresar la información de las respuestas en una tabla en formato de Microsoft Excel, Al tratarse de preguntas de carácter abierto, para su análisis y, de acuerdo con la frecuencia en el uso de los conceptos principales usados por cada persona, se asignaron palabras clave a cada respuesta para llevarlas a categorías fácilmente diferenciables, con las cuales se construyeron las gráficas correspondientes, que aparecen en este documento.

Se realizó un inventario vegetal para la zona de muestreo en el río, con el propósito de identificar las diferentes especies foráneas y nativas de tipo arbóreas, arbustos y ornamentales que se encuentran en la cuenca del mismo. Finalmente, se desarrolló un ejercicio de cartografía social en el salón comunal del barrio El Retiro Bajo, el día 13 de febrero de 2022, que contó con la participación de 32 habitantes de la zona de diversa composición etaria, género y ocupación, con el cual se realizó la zonificación de las acciones de corto plazo propuestas por la comunidad para el mejoramiento de la situación actual de la microcuenca del río Ejido en la ciudad de Popayán.

Resultados y Discusión

Identificación de Conflictos Ambientales

El principal problema identificado durante el recorrido visual realizado por la cuenca (Anexo 2) y reportado por la mayor parte de las personas es el de la contaminación del ecosistema hídrico son los frecuentes cambios en el color y olor del río, la presencia de residuos y desperdicios orgánicos e inorgánicos, la red de tuberías de aguas residuales agrícolas, domésticas e industriales, que desembocan al cauce del río. Igualmente, existen otros problemas inherentes a la afectación del cauce y sus zonas aledañas que, aunque no fueron evidentes durante el recorrido, sí se presentan o se han presentado, estos son:

- i. *Desprotección de los nacimientos de agua:* Las partes altas de la microcuenca cuentan con baja cobertura vegetal, lo cual le hace más propensa a deslizamientos y baja retención de humedad por parte del suelo.
- ii. *Inundaciones y desbordamiento en épocas de lluvia:* Esta es una de las problemáticas que la comunidad recalcó, especialmente en zonas urbanas aledañas a la ribera y colindantes con la ronda del río, afectando viviendas y en algunos casos la salud de las vías respiratorias de sus habitantes.
- iii. *Pérdida de la capacidad de regulación hídrica durante el año en períodos de baja y alta precipitación:* Es una consecuencia de la falta de mantenimiento de la microcuenca, así como de la invasión de sus áreas de regulación con construcciones y modificaciones del paisaje; afectando de esta forma la capacidad volumétrica de contener crecientes e inundaciones.
- iv. *Procesos erosivos que ponen en alto riesgo la pérdida de la productividad de los suelos:* Con la pérdida de la cobertura vegetal en el área de la cuenca del río Ejido, disminuye la capacidad de retención del suelo de la cuenca, el cual sufre procesos de socavación y deslizamiento en varios puntos de su cauce.

- v. *Sedimentación y deterioro del cauce*: Con la pérdida de suelos en las partes altas y ribereñas, se aumenta la cantidad de sedimentos conducidos por el cuerpo de agua, con afectación al cauce central del mismo, así como a los puentes que le cruzan y que conforman la infraestructura vial.
- vi. *Modificación de la dinámica fluvial de la corriente*: Con propósitos de desarrollo urbanístico, el cauce del río Ejido ha sido modificado en diversos puntos de su trayectoria, tanto con la instalación de Box-culvert como en otras zonas donde el agua se ha encauzado de manera artificial, para dar paso a vías y viviendas.
- vii. *Contaminación de las aguas por vertimientos domésticos*: Si bien el proceso de contaminación por vertimientos ha disminuido en los últimos años en virtud de los avances de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., todavía existen algunas viviendas ubicadas por fuera de la cota de vertimiento que vierten sus aguas servidas en el cuerpo de agua causando alteraciones físicas, químicas y biológicas. La percepción de los habitantes del área de influencia del río Ejido coincide con los resultados encontrados por Caicedo y Eraso (2017), que señalan unos niveles importantes de contaminación hídrica de este cuerpo de agua, en su paso por la ciudad de Popayán, que no cuenta con estrategias de tratamiento de aguas residuales, las cuales son vertidas en muchos casos directamente sobre el río.
- viii. *Contaminación de las aguas por residuos sólidos*: La falta de cultura ciudadana se debe a la acumulación de residuos sólidos de todo tipo en el cauce del río y en sus zonas ribereñas. Esto genera contaminación y afectación del paisaje.
- ix. *Manejo inadecuado del agua por los usuarios*: Se evidenció que los habitantes de la zona hacen un inadecuado uso y manejo del agua de sus viviendas, cuyos vertimientos caen directamente en el cauce del agua, o a través de la red de alcantarillado.
- x. *Pérdida de la cobertura de vegetal y desplazamiento de las especies*: La disminución y fragmentación de las coberturas vegetales en los

márgenes del río Ejido, afecta el asentamiento de la biodiversidad asociada a la cuenca. Varias personas informan que las poblaciones de aves han disminuido, así como otros organismos sobre todo mamíferos y reptiles debido a la disminución en la disponibilidad de hábitat como proveedores de refugio, vivienda y alimento para las diferentes poblaciones de fauna.

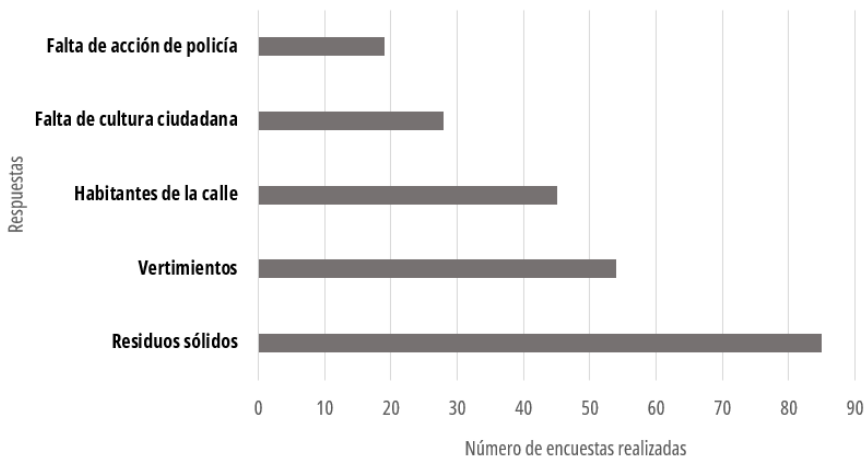
- xi. *Ocupación de la franja protectora del río y su ronda hídrica:* Instalación de mobiliario público o invasión de infraestructura en estas zonas. Esta situación tiene varios efectos sobre factores como la retención del suelo, la disponibilidad de sombra y la regulación del microclima, el embate de los vientos y de los ruidos, entre otros servicios ecosistémicos de las coberturas vegetales en áreas de ronda.
- xii. *Falta de concienciación sobre el deterioro de la microcuenca:* Este es el problema de mayor magnitud evidenciado ya que es transversal a las demás situaciones ambientales encontradas. Este es el principal obstáculo para el mejoramiento de las condiciones de la microcuenca del río Ejido. Sin embargo, al mismo tiempo se convierte en una gran oportunidad para cambiar hábitos y comportamientos de la comunidad aplicando procesos de educación ambiental con la participación de diversas instituciones público-privadas, generando modelos de gobernanza en pro de la protección de la cuenca.

Ahora bien, las respuestas a las preguntas arrojaron en el caso de la primera, que casi la totalidad de las personas identifican que la principal fuente de contaminación son los residuos sólidos que los mismos vecinos del lugar, o gentes provenientes de otros barrios, depositan inadecuadamente en el área del río (Figura 2); entre los residuos encontrados hay muebles, mesas, bolsas de basura, residuos vegetales y de alimentos, ropa, colchones, cuerdas, entre otros, o incluso animales muertos. También, se identifican los vertimientos de aguas residuales al cauce como un problema de contaminación que trae malos olores a las aguas y coloración turbia. Los habitantes cercanos a la cuenca aportan residuos al sistema hídrico.

La falta de cultura ciudadana ambiental demostró no existe un buen cuidado y manejo para la tenencia de mascotas sobre todo perros, pues las heces de estos son dejadas en la cuenca o arrojadas al río. Igualmente, se evidenció una mala disposición de residuos de construcción y demolición por parte de vecinos de la zona o de otras zonas de la ciudad; quienes disponen estos residuos al borde del río de manera ilegal. De igual forma, algunos ciudadanos reclamaron que debe haber una mayor acción por parte de la policía en el sector, de manera que se puedan prevenir estas situaciones aplicando el código de policía de carácter ambiental que se encuentra vigente.

Figura 2.

Respuestas a la Pregunta: ¿Cuál considera que es la principal causa de contaminación del río Ejido?

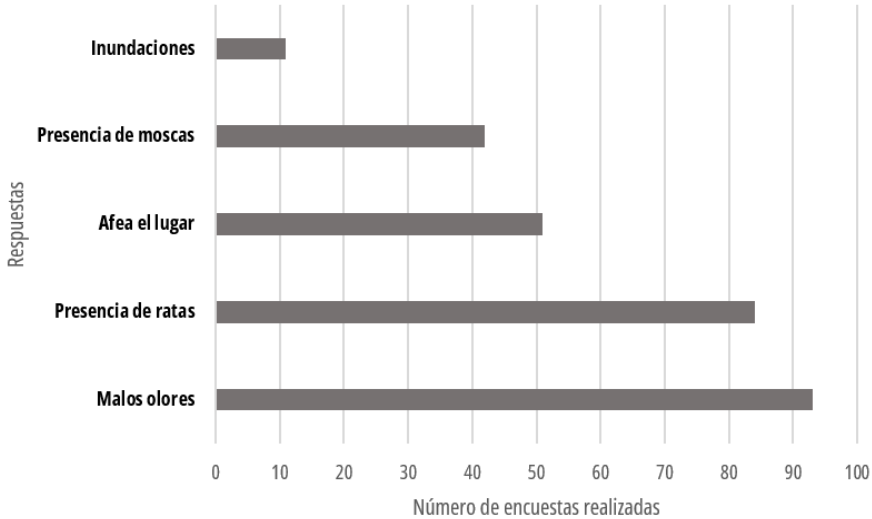


Con respecto a la pregunta número tres, el 93% de las personas manifestaron que si se encuentran afectadas por la situación ambiental que presenta el río Ejido. Mientras que el 7%, consideraron no estar afectadas, al parecer porque son personas que no viven en el área de influencia del río, sino que sólo lo utilizan como área de paso.

Al discriminar las respuestas de la pregunta por categorías (Figura 3), se encontró que todas las personas que se consideran afectadas por la contaminación manifestaron la presencia de “malos olores” provenientes de las aguas del río, que son causados por la gran cantidad de materia orgánica e inorgánica disuelta en sus aguas, especialmente en tiempos de sequía, cuando los niveles del agua descienden. En segundo y en cuarto lugar se manifiesta como problema la presencia de posibles vectores de enfermedades, como las ratas, moscas y mosquitos, que requieren control. El 50% de los encuestados se refirieron a temas paisajísticos y escénicos, es decir, que la contaminación “afea el lugar” pues resulta desagradable para la imagen de los barrios involucrados, la presencia de grandes volúmenes de contaminación. Por último, un 11% manifiestan afectación por inundaciones del cauce del río, sobre todo en épocas de lluvias intensas, dada la extrema cercanía de algunas de las viviendas a este cuerpo de agua. Cabe resaltar, que el 37% de las personas encuestadas manifestaron haber sentido alguna afección de salud en relación por la contaminación del río o su área de influencia. Algunas personas (37%) manifestaron haber padecido de alguna afección en la piel, en todos los casos bajo la forma de un enrojecimiento o “sarpullido”, siempre después del contacto directo de la zona afectada con las aguas del río. De igual forma, el 17% de las personas manifestaron haber padecido en varias ocasiones, de numerosas picadas de mosquitos provenientes de la zona ribereña del río Ejido, dependiendo de la época del año.

Figura 3.

Respuestas de la pregunta *¿Cuáles son las afectaciones percibidas por la contaminación del río Ejido?*

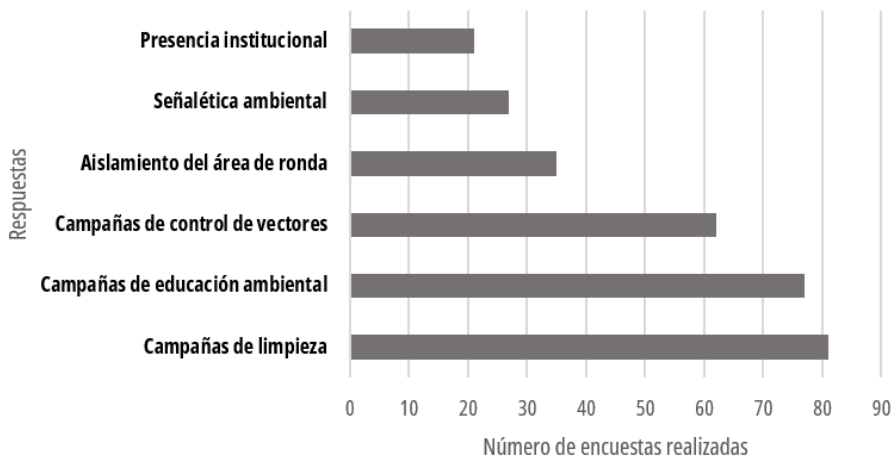


En la Figura 4, sobre la pregunta *¿Qué medidas o propuestas proponer usted para disminuir o mitigar esta problemática ambiental en la que se encuentra el río Ejido?* se puede apreciar que la mayor parte de las respuestas se relacionaron con la ejecución de campañas de concientización o sensibilización ambiental dirigidas a la sociedad y a los habitantes del área de influencia del río Ejido, dirigidas por las instituciones del Estado; principalmente se hace referencia a la limpieza del cauce, es decir, el retiro de los residuos sólidos del cauce y área de ronda del río Ejido; a la educación ambiental, entendiendo esta como un proceso mediante el cual se construyen principios y valores de ciudadanía ambientalmente sostenible entre la población involucrada, tanto en las vías públicas, como en las instituciones ubicadas en derredor; y a campañas de control de vectores, tanto de mosquitos y moscas, como de roedores, para garantizar unas condiciones mínimas de salubridad a la comunidad humana.

También se proponen soluciones relacionadas con el cerramiento o aislamiento del cuerpo de agua con posteadura y alambre de púas o banda elástica, para evitar la entrada de semovientes libres (especialmente caballos) al área de ronda, y adecuación de áreas verdes con vegetación ornamental. Un total de 27 personas manifestaron la necesidad de desarrollar algunos objetos de señalética, de carácter ambiental, que ubique a las personas en la microcuenca, y que brinde información para su cuidado y protección. Esta iniciativa deberá ser ejecutada por las entidades del Estado o la Autoridad Ambiental. Por último, 21 personas reclaman una mayor presencia de las entidades del Estado, entre ellas mencionadas la Alcaldía de Popayán, la C.R.C., la Policía (por temas de seguridad), las Universidades, las ONG, y la articulación de proyectos e iniciativas a través de las Juntas de Acción Comunal y las escuelas del lugar.

Figura 4.

Respuestas a la pregunta ¿Qué medidas o propuestas propone usted para disminuir o mitigar esta problemática ambiental en la que se encuentra el río Ejido?

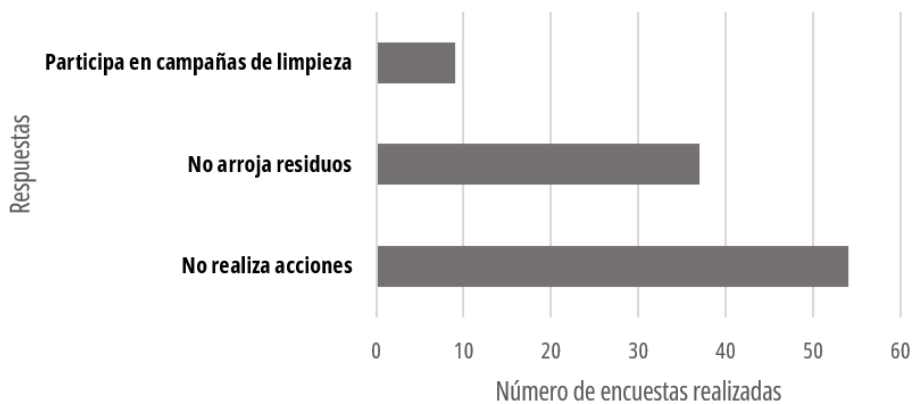


En cuanto a la pregunta ¿Usted hizo o realiza algo para cambiar la situación ambiental del río Ejido?, esta obtuvo pocas respuestas afirmativas, lo cual sugiere -de entrada- que es importante y hasta cierta medida urgente la concienciación de la ciudadanía circundante

a la cuenca del río ejido en sus diferentes tramos, pues existe una cierta apatía o antipatía de participar voluntariamente y de manera individual en la solución de los problemas relacionados con su entorno directo (Figura 5). Por otro lado, 37 personas manifestaron que su contribución al cuidado del río se relaciona con el hecho de no arrojar residuos en su cauce, y un pequeño número de 9 personas manifestaron haber participado al menos una vez en campañas de limpieza organizadas por las entidades del Estado: Alcaldía de Popayán, Fundación Procuenca Río Las Piedras, URBASER S.A.

Figura 5.

Respuestas a la pregunta *¿Usted hizo o realiza algo para cambiar la situación ambiental del río Ejido?*



Como respuesta a la pregunta *¿Qué sería necesario para que usted se involucrara en la recuperación ambiental del Río?*, la totalidad de las personas encuestadas manifiestan que es necesario que las instituciones programen una mayor cantidad de actividades, y que la comunidad está dispuesta a acompañar decididamente su ejecución, pero que sí se necesita una coordinación de más presencia por parte del gobierno local y de las instituciones privadas. Un total de 34 personas manifestaron que es importante, además, la inclusión de actividades enfocadas en grupos de edad, entre ellos los jóvenes, así como los adultos mayores, que podría tener una mejor acogida entre

la comunidad. Por último, un total de 17 personas respondieron que, para participar, es necesario que el gobierno local se involucre con insumos, con herramienta y demás materiales para realizar las obras y cambios propuestos, ya que la comunidad no cuenta con los recursos para hacerlo.

Ante la pregunta *¿Cree que el río se puede llegar a restaurar-recuperar? qué le gustaría que mejorara?*, se evidencia que si bien la mayoría de las personas (53%) respondieron afirmativamente, creen en la posibilidad de que exista una mejoría ambiental y de salud para el río Ejido. Esta mejoría muchas veces está condicionada a una serie de situaciones de gran envergadura, y de difícil solución en el corto y mediano plazo. Por otro lado, un gran número de personas (47%) respondieron que NO creen en la mejoría de las condiciones del río en el mediano y largo plazo, con cierto pesimismo sobre la visión futura de este cuerpo de agua y su área de influencia. Una vez categorizados los contenidos de las respuestas, se encuentra que la mayoría de las personas identifican en el establecimiento de senderos ecológicos una oportunidad para revitalizar y resignificar el área de la ronda del río Ejido, para el esparcimiento y el deporte.

Caracterización de la Vegetación

En el inventario de la vegetación presente en las áreas verdes contiguas al río Ejido se encontraron 61 especies de flora arbórea, arbustiva, herbácea y epifítica dispersas en su mayoría en la cuenca baja (64), seguido de la media (28) y, por último, la cuenca alta (5) (Anexo 3). Los barrios Junín y Chune tuvieron la mayor abundancia de especies, seguidos de los barrios Libertador, Tomas Cipriano, Santa Elena y Guayabal y Santa Fe Bajo y por último los barrios: Los Sauces, Las Ferias y Floresta. Fue evidente durante el recorrido que la cuenca baja registro la mayor cantidad de especies debido a la intervención humana frente a especies sembradas por la comunidad a lo largo de la cuenca (Anexo 2). Las plantas con mayor presencia entre las cuencas fueron en 4 de los 5 puntos analizados herbáceas e higuierillas y en 3 sitios: el aguacate, ficus, guayacán de Manizales, la ortiga y el zapallo.

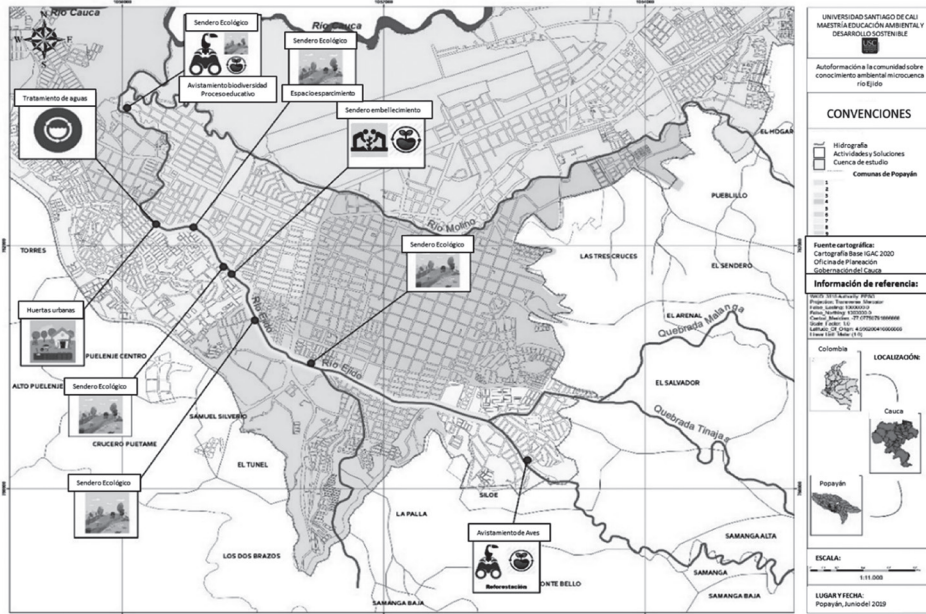
Acciones a Llevar a Cabo

La mayoría de las personas manifestó que es preciso mejorar las condiciones de seguridad en el río Ejido y sus alrededores, con mayor presencia de la Policía, y acciones específicas de la Policía Ambiental. Un total de 43 personas manifiestan que les gustaría que las condiciones mejoraran en cuanto a la prevención y reducción en el consumo de drogas y alucinógenos en las inmediaciones del cauce. Las dos últimas categorías identificadas se relacionan con la posibilidad de sembrar más plantas ornamentales y árboles frutales en el área de la ronda, para que vuelvan las aves y los insectos que la población recuerda desde su infancia, cuando las condiciones del lugar eran menos urbanizadas. Estas son las respuestas encontradas respecto de la percepción que la propia comunidad tiene sobre los principales conflictos socioambientales que afectan su entorno inmediato, así como algunos criterios para la definición del estado deseado de estos conflictos.

El plan de acción georreferenciado mediante el método de la cartografía social, en el recorrido del cauce del río Ejido, la comunidad identificó las áreas que requieren de atención especial con acciones concretas para la instauración de valores y principios relacionados con la protección del ambiente y el cumplimiento de la legislación ambiental, que se han ubicado a través de un Sistema de Información Geográfica, con acciones señaladas como (i) limpieza del cauce en lugares usados como botadero de basura; (ii) restauración ecológica conforme a los principios del Plan Nacional de Restauración, o actividades de avistamiento de aves, (iii) procesos y actividades de educación ambiental donde interactúen todos los actores públicos, privados y comunitarios de la ciudad y se ejecuten procesos de gobernanza entre estos actores (Figura 6).

Figura 6.

Mapa interpretativo para el conocimiento y restauración de la microcuenca del río Ejido, elaborado mediante cartografía social.



Finalmente, la comunidad analizó la temática que tiene que ver con la observación de aves. En cuanto a las actividades de observación de aves, se explicó que cada vez es más importante esta actividad en las áreas urbanas y rurales del municipio de Popayán. Desde la agenda pública y con acompañamiento de instituciones privadas, se viene desarrollando y diversificando la oferta turística en el municipio de Popayán donde se incluye esta actividad. En el río Ejido aún se conserva parte del corredor verde con vegetación arbórea y arbustiva que atrae las aves a pesar de que las personas consideraron que su presencia ha disminuido. Lo que puede considerarse, una alternativa más de mejoramiento de la cuenca.

Esta investigación indaga sobre los factores urbanos que repercuten sobre la afectación de la microcuenca del río Ejido. Pese a las diferentes acciones realizadas, es necesario que las entidades

encargadas continúen ejerciendo procesos de Educación Ambiental que den soluciones a los conflictos socioambientales y se realicen obras de restauración sobre el río.

El río Ejido tiene una importancia ecológica y social importante en la ciudad de Popayán pues atraviesa gran parte de la ciudad transversalmente; convirtiéndose en un eje ambiental (Velazco et al., 2016). Sin embargo, las diferentes actividades antrópicas desde el poblamiento de su cauce han conllevado a un deterioro del ecosistema tal como sucede en varias de las cuencas hidrográficas que pasan por zonas urbanas a nivel mundial (Chaves y Alipaz, 2007; Guchhait, 2018). La cuenca hidrográfica del río Ejido es fuente de vida, que en su pasado abasteció las necesidades básicas de sustento a la comunidad y a la agricultura e industria. La dependencia de nuestro país de sus vertientes hace que las cuencas tengan una importancia socio-económica, como recurso proveedor de servicios ambientales vitales para la supervivencia. En consecuencia, las políticas gubernamentales de restauración deben ser encaminados al beneficio social y a la práctica del desarrollo sostenible enmarcado dentro de procesos de gobernanza (UNESCO, 2002).

La percepción ambiental de los habitantes de la microcuenca del río Ejido, de acuerdo con la definición de Flores y Herrera (2010), permitió el desarrollo de un ejercicio preciso de cartografía social para identificar y definir en el espacio los puntos críticos, considerados como los más importantes que se deben tener en cuenta para un plan de acción con actividades puntuales inmediatas, pero que sea sostenido en el tiempo, para la solución de algunos de los problemas que en el ámbito de lo público afectan a los habitantes de esta microcuenca; de acuerdo con los autores citados, este ejercicio de identificación minuciosa y detallada de los lugares y acciones a implementar, faculta o prepara a las personas para su compromiso con las acciones de recuperación ambiental, como es la limpieza del cauce y las riberas, el área de ronda, la siembra y el cuidado de vegetación, entre otras.

Según las respuestas de las personas el problema de residuos sólidos y los malos olores generados por estos y los vertidos son para ellos un gran problema. En el río, las principales actividades que ejercen presión son la contaminación por evacuación de aguas residuales y vertimiento de basura intensiva donde ambas tienen porcentajes apreciables dentro de las problemáticas y conflictos socioambientales (Ospina, 2021). El crecimiento de ambas problemáticas supone la mayor y más rápida transformación de la cuenca creando graves problemas de gestión y una pérdida de valores ecológicos y culturales, a cambio de un desordenado y rápido crecimiento económico no sostenible contradiciendo la política y la constitución nacional. Del análisis de los factores principales que afectan a la cuenca del río Ejido, se segregan tres grupos: los relacionados con la actividad doméstica, la contaminación acuática y la ocupación de la ribera. En un futuro este afluente comenzará a manifestar los efectos de la contaminación difusa, siendo la actividad doméstica la actividad de presión excesiva y sus efectos sobre la integridad ecológica se convertirán como muchos otros, en desagües de aguas residuales en verano y de aguas que arrastran el suelo durante la época de lluvias.

Es importante y relevante aplicar una estrategia de autogestión que contribuya a la comprensión de las condiciones sociales y ecológicas de la microcuenca, para que la comunidad pueda organizarse y pueda contribuir a los procesos de restauración en la microcuenca. Según Bedolla-Solano et al. (2017) en un trabajo realizado con los docentes de las escuelas y colegios con influencia sobre la percepción de la EA en los conflictos ambientales se encontró que el trabajo mancomunado de la academia profesores y estudiantes sobre el currículo tendría grandes resultados en el involucramiento ambiental de la comunidad educativa para mejorar procesos que en el caso de esta investigación mejorarían la cuenca.

Aparentemente la cuenca del río Ejido, es un área de fácil manejo. Sin embargo, en los últimos 60 años las administraciones municipales responsables del cuidado del río, no han podido iniciar un programa de gestión ambiental adecuada para su recuperación y

restauración. En el Río Ejido las descargas domiciliarias domésticas sin tratamiento, representan una alta carga contaminante. Mientras que una cantidad menor proviene de descargas de otras actividades productivas/industriales urbanas (Ospina, 2021).

Algunas áreas de trabajo en las que enfocar un proceso de descontaminación son:

1. Tratamiento de aguas residuales domésticas y de las actividades productivas urbanas.
2. Adecuado manejo de los residuos sólidos.
3. Atención y gestión de condiciones sanas en asentamientos urbanos ubicados a la orilla del río y quebradas.
4. Creación de un corredor ecológico y de movilidad blanda, además de un sistema de parques de servicios ambientales urbanos.

De igual manera se han identificado algunas actividades prioritarias que se deben llevar a cabo en la microcuenca del río Ejido, con miras al restablecimiento de ciertas condiciones ecológicas deseables; son ellos:

- Aumentar la cobertura árboles mediante la reforestación de especies nativas, que permitiría la conservación y preservación del agua y el suelo.
- Recuperar zonas críticas controlando la erosión y conservación del suelo mediante mecanismos de detención.
- Aplicación de políticas de recuperación por parte de la administración municipal controlando evacuación de basura y aguas residuales en el sector medio y plano.
- Considerar las posibles aplicaciones del presente estudio como la necesidad de profundizar en las evaluaciones de presión y estado ambiental de la cuenca, el carácter predictivo la evaluación de las medidas de gestión y restauración y su utilización directa.

El diálogo establecido entre las personas y los investigadores aporta fundamentos, experiencias, y evidencias empíricas de las estrategias operativas que contribuyen a la gestión ambiental y la transformación social a través de la educación. Desde este punto de vista, es relevante la responsabilidad de los educadores en los procesos de identificación de factores y el manejo de la observación organizada, el desarrollo de pensamiento crítico, para integrar los componentes de las ciencias naturales y la economía política, como fundamentos de las ciencias ambientales y estas de la educación ambiental (Prieto y Duque, 2009; Nieto y Valenzuela, 2013; Bedolla-Solano et al., 2017; González, 2019).

El conocimiento que utilizan las comunidades para elaborar sus bienes y servicios, como un recurso y al mismo tiempo como una capacidad pues ofrece una explicación sobre la naturaleza y estructura de las capacidades organizativas comunitarias y genera sinergias al extenderse en los mercados sin disminuir su valor; no se deprecia con el uso; y su réplica puede ser difícil a causa de su propia naturaleza. Se puede observar como un número elevado de individuos combinan su conocimiento para crear una capacidad organizativa. Como es un recurso escaso y relevante, se hace valioso estratégicamente para la comunidad. Siguiendo la propuesta de Amador et al. (2017), es importante que la ejecución de actividades basadas en este ejercicio incluya la participación de la comunidad educativa del área de influencia del río Ejido, toda vez que son las nuevas generaciones las que van a continuar con el cuidado del ambiente común. De acuerdo con Cantú (2020), y teniendo en cuenta el carácter de ciudad universitaria de que goza Popayán, es posible pensar en la articulación de los estudiantes de carreras afines a los temas ambientales, de suerte que se cuente con una atención de mayor cobertura y más integral, sobre los conflictos socioambientales del área estudiada.

Como el diálogo y el conocimiento es un recurso intangible, ya sea individual u organizativo, puede ser defendido desde un punto de vista legal, pues es un recurso necesario para realizar actividades auténticas del grupo, como difundirlas para la autogestión y la educación que contribuye a mejorar la capacidad organizativa y

administrativa de los recursos del ambiente (Fernández, et al., 1998; Revilla, 1998; Fong, et al., 2017).

Urrea (2012) enfatiza en la necesidad de establecer estrategias para la apropiación del entorno ambiental local en el río Ejido, como una forma de intervenirlo de manera conjunta con la sociedad que habita en el territorio, que garantice cambios en la gestión ambiental urbana del río Ejido, y su pervivencia en el tiempo. Villaquirán-López (2017), identificó ciertas condiciones naturales y antrópicas que generan riesgos por inundación, enfatizando en aquellos comportamientos, acciones y percepciones de los habitantes del área, que inciden directamente sobre la condición general del cuerpo de agua en el río Molino y la microcuenca del río Ejido. Urrea (2012) evidenció la calidad relativamente regular del agua en el río Ejido, la composición de algas y macroinvertebrados, así como, los problemas ambientales registrados y las posibles soluciones para su cauce; lo que demuestra que varios de esos conflictos ambientales aún permanecen después de 10 años y se encuentran sin solución como lo demostró este estudio. Velasco et al. (2016), confirman aún la riqueza y abundancia de organismos macroinvertebrados y perifiton en su cuenca, que aun cuando este estudio no analiza, si evidencia un fuerte impacto de las acciones y hábitos de la comunidad tales como: arrojar residuos sólidos y otros contaminantes líquidos al río, los cuales pueden afectar la biodiversidad del mismo.

El análisis de la presencia de la biodiversidad vegetal en las cinco zonas estudiadas del río Ejido, demostró que existen una gran variedad de plantas introducidas y usadas para consumo humano, al igual que otras especies ornamentales que no son autóctonas de la zona (Anexo 3). El inventario de vegetación permite identificar más recursos para la conservación de la naturaleza a partir de la educación ambiental, como un medio para la construcción de tejido social y de ciudadanía ambientalmente sostenible para el área de influencia del río Ejido, y para la ciudad en general. El conocimiento de las plantas que habitan en el entorno permitirá una mayor apropiación de la naturaleza por parte de la comunidad. Sin embargo, lo anterior corrobora el

impacto sobre la eliminación de especies nativas de árboles por otras de tipo ornamental, lo cual afecta la biodiversidad de organismos que hacen parte de este tipo de ecosistema. Así como, el riesgo latente por posibles impactos ambientales sobre la comunidad que habita cerca el cauce por la desprotección de árboles robustos y fuertes. Según Villaquirán-López (2017), el deterioro de la cobertura vegetal en el río Molino (afluente con gran importancia en la ciudad y que también atraviesa Popayán) ha generado a lo largo de la historia, varios eventos de riesgo y afectaciones, como por ejemplo la erosión, que han causado efectos sobre la ciudad. El río ejido al ser un tributario del río Molino también ha mostrado consecuencias sobre la población humana por inundaciones, lo cual estaría relacionado con la falta de cobertura vegetal nativa. Así entonces, la afectación sobre la cobertura vegetal puede conllevar a desplazamiento de población humana y destrucción de patrimonio público y privado lo que afecta aspectos sociales y económicos de la ciudad (Villalobos-Romero, 2022). Es necesario, acordar con los actores gubernamentales que aporten conocimiento a la comunidad sobre la importancia de cuidar los árboles nativos, la recuperación de zonas por medio del sembrado de especies autóctonas que bien pueden convivir con las especies ornamentales y de consumo que aquí se siembran.

La importancia del conocimiento social y ecológico relacionado con las formaciones naturales, en este caso un río urbano, con fines de suplir las necesidades de una comunidad, especialmente las relacionadas con el mejoramiento de la calidad de vida, permite una nueva reflexión y una apertura metódica en la comprensión de los cambios, que se van dando en el desarrollo del pensamiento, las cuales se relacionan con la tierra, la sociedad, la cultura, la vida, la espiritualidad, la coexistencia y la humanidad (Mittelstrass, 2011; Contreras, 2016; González, 2019).

Desde la educación y la problemática Ambiental que se genera en las microcuencas, a través de la ecología y la economía política, más allá de la teoría sistémica, implica una postura epistémica diferente abarcando varias miradas conceptuales que le dan su carácter

complejo integrado a procedimientos de carácter y una metodología inter y transdisciplinar, para confrontar la realidad, profundizando en el conocimiento; comprendiendo las prácticas productivas y culturales, en las transformaciones y repercusiones que éstas puedan tener en el ambiente, como señala González (2019).

Referencias

- Alcaldía de Popayán (2014). *Estructura Ecológica Principal del municipio de Popayán*. Popayán Cauca.
- Alcaldía Municipal de Popayán. (16 de octubre de 2016). *Plan de gestión integral de residuos sólidos Popayán – Cauca 2016-2027*. <https://bit.ly/3hnLs9X>
- Alcaldía Municipal de Popayán. (2021). *Plan de Desarrollo CREO EN POPAYÁN*. Alcalde Juan Carlos López Castrillón. Popayán, Cauca.
- Amador, L., Elio, L., García Rodríguez, M. E. y Villalón Legrá, G. (2009). De la percepción ambiental al conocimiento de los problemas ambientales en la secundaria básica. *VARONA*, 9(3), 1-7.
- Arias, G. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme, C.A.
- Azevêdo, E.D.L., Alves R.R.N., Dias, T.L.P., Álvaro, É.L.F., Barbosa, J.E.D.L. y Molozzi, J. (2022) Perception of the local community: What is their relationship with environmental quality indicators of reservoirs? *PLoS ONE*, 17(1): e0261945. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261945>
- Bedolla-Solano, R., Castillo-Elias, B., Sanchez-Adame, O. y Bedolla-Solano, J. (2017). Percepción de la Educación Ambiental (EA) por docentes universitarios en diferentes contextos. *Revista de Educación Superior*, 1 (1): 42-56.

- Caicedo, D. y Eraso, Y. (2017). *Modelación de la calidad del agua del río Molino en el área urbana de la ciudad de Popayán – Cauca*. [Trabajo de grado, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca]. Repositorio Uniautonoma. Colombia, Popayán.
- Cantú-Martínez, P. C. (2020). Preocupación y deterioro de la calidad ambiental. *Apreciación de los estudiantes universitarios. Ambiente y Desarrollo*, 24(46). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-46.pdca>
- Casa, M., Cusi, L. y Vilca, L. (2019). Percepciones sobre contaminación ambiental y actitudes en estudiantes universitarios. *Revista Innova Educación*, 1(3), 391-399. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.011>
- Chaves, H. M. y Alipaz, S. (2007). An integrated indicator based on basin hydrology, environment, life, and policy: the watershed sustainability index. *Water Resources Management* 21, 883-895.
- Contreras, L. (2016). *Los signos presentes: educación y educadores en prueba*. Universidad Santo Tomás ASCOFADE.
- Corporación Autónoma Regional del Cauca y Fundación ProCuenca Río Las Piedras. (2006). *Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Río Molino-Quebrada Pubús*. CRC.
- Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). (2018). *Acotamiento de la ronda hídrica de la microcuenca: río ejido municipio de Popayán – Cauca*. CRC.
- C.R.C., Alcaldía de Popayán, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. Fundación ProCuenca Río Las Piedras, EMCASERVICIOS S.A. E.S.P. (2017). *Protocolo de Intervención para el Manejo de los Corredores Verdes de las Microcuencas del Sector Urbano del Municipio de Popayán*. Convenio 332. Popayán.

- C.R.C., Fundación Procuencia río Las Piedras (2006). *Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Río Molino- Quebrada Pubús, Popayán Cauca.*
- Dagvadorj, L., Byamba, B., y Ishikawa, M. (2018). Effect of local community's environmental perception on trust in a mining company: A case study in Mongolia. *Sustainability*, 10(3), 614. <https://doi.org/10.3390/su10030614>.
- Fernández, J., Bernat, F., Cervera, C. y Pascual, J. (1998). Dietas altas en alfalfa para conejos en crecimiento. *World Rabbit Science*, 6 (2), 237-242.
- Flores, R. C., y Reyes, L. H. (2010). Estudio sobre las percepciones y la educación ambiental. *Tiempo de educar*, 11(22), 227-249.
- Fong, C., Flores, K. y Cardoza, L. (2017). La teoría de recursos y capacidades: un análisis Bibliométrico. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 9 (2), 411 – 440.
- González, A. (2019). *Experiencia educativa aplicando las ciencias ambientales a la comprensión de la problemática de cuatro madre viejas en el Valle del Cauca Colombia (2012-2017)*. Universidad del Valle.
- Guchhait, S. (2018). Quantification of river bank erosion, accretion and its effect on land use: a case study of the Ganges (left bank) upstream of Farakka Barrage. *Malda District, West Bengal*, 9(1), 34-48.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.
- Howes, S. y Wyrwoll. P. (2012). *Asia's Wicked Environmental Problems*. ADBI Working Paper 348. Tokyo. <http://www.adbi.org/workingpaper/2012/02/28/5009.asia.wicked.environmental.problems/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de junio de 2018). Resolución 957 de 2018. Recuperado el 13 de agosto de 2020 de <https://bit.ly/3fYd0Bh>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ministerio de Educación Nacional (2003) Política Nacional Educación Ambiental. Bogotá D.C.

Mittelstrass, J. (2011). On transdisciplinarity. *Trames*, 15 (4), 329–338. DOI: 10.3176/tr.2011.4.01

Morales, S., Salazar, M. y Urrea, J. (2016). Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados y perifiton del río Ejido, Popayán – Cauca. *Revista de Ciencias*, 20 (2), 11 – 25.

Motta, N. y Perafán, A. (2010). *Historia ambiental del Valle del Cauca: Geoespacialidad, cultura y género*. Editorial Universidad del Valle.

Nieto, A. y Valenzuela, J. (2013). Condicionantes intelectuales en la mejora del pensamiento crítico. *The UB Journal of Psychology*, 43 (3), 349-362.

Ospina, C. (2021). *Evaluación de la sostenibilidad ambiental en relación con el factor agua en la población y las empresas de las riberas de los ríos Ejido, Molino y Cauca del área urbana de la ciudad de Popayán*. [Tesis Doctoral, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional Universidad de Manizales. Colombia, Manizales.

Polo, A. (8 de mayo de 2016). *Pasos para la Gestión del Conocimiento*. <https://bit.ly/2PRkRpt>

Prieto, O. y Duque, E. (2009). El aprendizaje dialógico y sus aportaciones a la teoría de la educación. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. *Revista Electrónica Teoría de la Educación*, 10(3), 7-30.

- RAMSAR. (2010). *Manual 9. Manejo de cuencas hidrográficas*. Suiza.
- República de Colombia. (2002). Decreto 1729 de 2002.
- Revilla, D. (1998). *Estilos de aprendizaje*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rincón-Ruiz, A., Lara, D., Castro, L. G., y Rojas, C. (2016). Conflictos socioambientales y servicios ecosistémicos en la cuenca del río Orotoy: reflexiones para su gestión. *Ambiente y Sostenibilidad*, 1(6), 3-16.
- Shiferaw, Bekele y Kebede, Tewodros y Reddy, V. (2011). *Community Watershed Management in Semiarid India: The State of Collective Action and Its Effects on Natural Resources and Rural Livelihoods*. 10.9783/9780812207873.149.
- Squella Soto, R. (2021). Conflicto socioambiental, participación ciudadana y disputa territorial: La mirada de la Psicología Ambiental Comunitaria. *Psicoperspectivas*, 20(2), 79-90. <https://dx.doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol20-issue2-fulltext-2211>
- Talley, T.S., Ruzic, R., McKay, L.G., Venuti, N. y Mothokakobo, R. (2021). Using Community Science to Address Pollution in an Urban Watershed: Lessons about Trash, Diverse Engagement, and the Need for Science Mindsets. *Journal of Contemporary Water Research y Education*, 174(1): 21-44. <https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2021.3359.x>
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. Editorial Limusa.
- Tobias, S. (2013). Preserving Ecosystem Services in Urban Regions: Challenges for Planning and Best Practice Examples from Switzerland. *Integrated Environmental Sssessment and Management*, 9 (1), 243-251. <https://doi.org/10.1002/ieam.1392>

- UNESCO. (2002). Environmental education: possibilities and constraints. *Connect. UNESCO International Science, Technology y Environmental Education Newsletter*, 27(1), 1-24. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146295>
- Universidad del Cauca y Alcaldía de Popayán. (2017). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres Popayán*. OAGRD.
- Urrea, J.D. (2012). *Caracterización Ambiental de la Microcuenca del río Ejido, sector comprendido entre las comunas 7, 8 y 9 de la ciudad de Popayán y formulación de lineamientos para la planificación ambiental*. [Tesis de grado, Universidad del Cauca]. Repositorio Unicauca. Colombia, Cauca.
- Vargas, B. y Molina, L. (2008). *Árboles para Popayán: Especies que fortalecen la Estructura Ecológica Principal Ciudad, Medio Ambiente y Hábitat Popular*. *Revista Nodo*, 2 (4), 55-69.
- Velasco, S. M., Salazar Sánchez, M. R., y Urrea Ledesma, J.D. (2016). *Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados y perifiton del río Ejido, Popayán-Cauca*. *Revista de Ciencias*, 20(2) 11-25.
- Villalobos Romero, L. J. (2022). *Efecto de la cobertura vegetal de cuencas sobre la morfología de orillas en el Río Magdalena*. [Tesis de Maestría. Universidad del Norte]. 76p
- Villaquirán-Lopez, L. (2017). *Identificación de las condiciones naturales y antrópicas que generan riesgo por inundación del río Molino en el municipio de Popayán, Colombia*. [Tesis de Maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional Universidad de Manizales. Colombia, Manizales.

Anexos



Anexo 1.

Preguntas incluidas en la encuesta realizada en este estudio.





Pregunta	Tipo de respuesta
¿Cuál considera que es la primera causa de contaminación del río Ejido?	Abierta
¿A usted le afecta la contaminación del río Ejido? ¿Cómo?	Abierta
¿Se ha llegado a enfermar a consecuencia de la a consecuencia de la contaminación que se presenta en el río y su ronda? ¿De qué?	Si/No Abierta
¿Qué medidas o propuestas proponer usted para disminuir o mitigar esta problemática ambiental en la que se encuentra el río Ejido?	Abierta
¿Usted hizo o realiza algo para cambiar la situación ambiental del río Ejido? ¿Cuáles?	Si/No Abierta
¿Qué sería necesario para que usted se involucré en la recuperación ambiental del Río?	Abierta
¿Cree que el río se puede llegar a restaurar- recuperar? ¿qué le gustaría que mejorara?	Si/No Abierta

Anexo 2.

Registro fotográfico de los lugares visitados para el desarrollo de esta investigación.

Ubicación	Registro Fotográfico
Brazo Seco del Río Ejido	
Parte alta, barrio Abelino cerca al nacimiento	
Punto el barrio Limonar donde la quebrada la Monja se une al río. Construcción del <i>box culvert</i>	
Río Ejido parte alta baja, barrio los Sauces, donde cae la quebrada Sauce. En las ferias se inicia el <i>box culvert</i>	

Ubicación	Registro Fotográfico
<p>Río Ejido parte media barrios: Retiro Bajo, Minuto de Dios</p>	
<p>Río Ejido en la parte media, barrios Tomas Cipriano, Santa Elena – Libertador</p>	
<p>Río Ejido parte media: barrios Santa Fe, Pajonal, Retiro Bajo, Guayabal. Lugar donde termina el <i>box culver</i></p>	

Ubicación	Registro Fotográfico
Río Ejido. Sauces y Ferias	
Río Ejido en la parte baja Barrio Chune	
Río Molino donde se une al Ejido	
Río Ejido en su desembocadura al río Molino (barrio Junín)	

Anexo 3.

Especies asociadas de flora arbórea, arbustiva y herbácea registradas/presentes en el río Ejido en Popayán, Cauca (Colombia).

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Sitio1 (Parte Baja Barrio Junín)	Sitio2 (Parte Baja Barrio Chune)	Sitio3 (Parte Media Barrio Libertador – Tomas Cipriano, Santa Elena)	Sitio4 (Parte Media Barrio Guayabal – Santa Fe Bajo Retiro Bajo)	Sitio5 Parte Alta (Nacimiento) Barrio Los Sauces – Las Ferias. Floresta	TOTAL
Acacia	<i>Acacia melanocephala</i>				X		1
Achiotillo	<i>Vismia sp.</i>	X	X				2
Achira	<i>Musa sp.</i>	X		X			2
Aguate	<i>Persea americana</i>	X		X	X		3
Álamo	<i>Liquidambar styraciflua</i>			X			1
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>		X				1
Anón	<i>Annona muricata</i>		X				1
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	X					1
Batatilla	<i>Ipomoea sp.</i>	X	X				2
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>		X				1
Bromelias	<i>Guzmania sp.</i>	X	X	X			3
Cachimbo	<i>Erythrina fusca</i>			X			1
Café	<i>Coffea arabica</i>	X					1
Cañabrava	<i>Arundo donax</i>	X					1
Carbonero	<i>Calliandra sp.</i>		X				1
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	X					1
Ciprés	<i>Cupressus lusitánica</i>		X				1

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Sitio1 (Parte Baja Barrio Junín)	Sitio2 (Parte Baja Barrio Chune)	Sitio3 (Parte Media Barrio Libertador – Tomas Cipriano, Santa Elena)	Sitio4 (Parte Media Barrio Guayabal – Santa Fe Bajo Retiro Bajo)	Sitio5 Parte Alta (Nacimiento) Barrio Los Sauces – Las Ferias. Floresta	TOTAL
Cucharo	<i>Clusia sp.</i>	X					1
Escobilla	<i>Sida acuta</i>	X					1
Eucaliptus	<i>Eucalyptus grandis</i>	X	X				2
Ficus	<i>Ficus sp.</i>	X		X		X	3
Fique	<i>Furcraea andina</i>	X					1
Fresno	<i>Tecoma stans</i>		X	X			2
Galvis	<i>Senna spectabilis</i>					X	1
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	X					1
Guamo	<i>Inga edulis</i>	X	X				2
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	X					1
Guayacán de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>		X	X	X		3
Guayacán lila	<i>Tabebuia rosea</i>		X			X	2
Helechos	Varias especies	X					1
Herbáceas	Varias especies	X	X	X	X		4
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	X	X	X	X		4
Jazmín de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>	X		X			2
Limón mandarina	<i>Citrus auranthium</i>	X					1
Lulo	<i>Solanum sp.</i>	X					1
Mango	<i>Mangifera indica</i>		X				1

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Sitio1 (Parte Baja Barrio Junín)	Sitio2 (Parte Baja Barrio Chune)	Sitio3 (Parte Media Barrio Libertador – Tomas Cipriano, Santa Elena)	Sitio4 (Parte Media Barrio Guayabal – Santa Fe Bajo Retiro Bajo)	Sitio5 Parte Alta (Nacimiento) Barrio Los Sauces – Las Ferias. Floresta	TOTAL
Manto rojo	<i>Megaspekasma erythroclamys</i>		X				1
Melastomataceae	<i>Varias especies</i>	X					1
Nacadero	<i>Trichantera gigantea</i>		X				1
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>			X			1
Níspero	<i>Erybothria japónica</i>	X					1
Nometoques	<i>Mimosa sensitiva</i>	X					1
Ojo de Poeta*	<i>Thunbergia alata</i>	X					1
Ortiga	<i>Urtica sp.</i>	X	X	X			3
Ortiguilla	<i>Boehmeria caudata</i>	X	X				2
Palma payanesa	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>		X		X		2
Palobobo	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	X					1
Papachina	<i>Colocasia esculenta</i>	X		X			2
Papaya	<i>Carica papaya</i>	X					1
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	X	X				2
Resucitado	<i>Hibiscus sp.</i>				X		1
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>		X	X			2
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	X		X			2

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Sitio1 (Parte Baja Barrio Junín)	Sitio2 (Parte Baja Barrio Chune)	Sitio3 (Parte Media Barrio Libertador – Tomas Cipriano, Santa Elena)	Sitio4 (Parte Media Barrio Guayabal – Santa Fe Bajo Retiro Bajo)	Sitio5 Parte Alta (Nacimiento) Barrio Los Sauces – Las Ferias. Floresta	TOTAL
Teterete	<i>Delostoma integrifolium</i>		X				1
Tronco del Brasil	<i>Dracaena fragrans</i>			X			1
Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>		X	X			2
Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>	X	X			X	3
Valamuerto	<i>Senna pendula</i>	X					1
Veranera	<i>Bougainvillea sp.</i>			X		X	2
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	X	X				2
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>	X		X	X		3

*especie invasora



CAPÍTULO 2

Percepción Ambiental a Partir de la Implementación de una Estrategia de Educación Ambiental (EEA) en la Urbanización Ciudad Farallones, Municipio de Jamundí, Valle del Cauca

Environmental Perception from the Implementation of an Environmental Education Strategy (EEA) in the Farallones City Urbanization, Municipality of Jamundí, Valle del Cauca

Ángela Mercedes León Forero

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0002-2715-0725

✉ angela.leon00@usc.edu.co

María Eufemia Freire Tigreros

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0002-5327-9127

✉ maria.freire00@usc.edu.co

Resumen

Las zonas verdes en una urbanización son importantes porque favorecen la unión entre los vecinos y estrechan los vínculos comunitarios que le dan sentido de identidad hacia la comunidad, pero en la Urbanización Ciudad Farallones, estas zonas verdes se encuentran en abandono, por lo cual se hace necesario identificar la percepción ambiental, mediante la implementación de una Estrategia de Educación Ambiental, para ello, se utilizó una encuesta Likert, posibilitando trazar la percepción ambiental de los residentes sobre

Cita este capítulo / Cite this chapter

León Forero, A. M. y Freire Tigreros, M. E. (2025). Percepción Ambiental a Partir de la Implementación de una Estrategia de Educación Ambiental (EEA) en la Urbanización Ciudad Farallones, Municipio de Jamundí, Valle del Cauca. En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). *Estudios transdisciplinarios del medio ambiente*. (pp. 59-89). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/978628770782-2>

la conservación, la resolución de problemáticas ambientales y la participación en la gestión ambiental, lo que quedó evidenciado que estos consideran que presentan un nivel directamente proporcional en un nivel positivo, moderado y que el trabajo ambiental a realizar dentro de la urbanización debe estar enfocado a la mitigación de los olores invasivos. Por lo cual se sugiere la implementación de programas de educación ambiental a partir de estrategias y técnicas de sensibilización hacia los beneficios que pueden traer los árboles en zonas verdes para disminuir los malos olores como una estrategia de gestión ambiental para la conservación forestal.

Palabras Claves: Conservación forestal, percepción ambiental, educación ambiental.

Abstract

Green areas in an urbanization are important because they promote unity between neighbors and strengthen community ties that give a sense of identity to the community, but in the Farallones Urbanization, these green areas are abandoned, which is why it is necessary to identify the environmental perception, through the implementation of an Environmental Education Strategy, for this, a Likert survey was used, making it possible to trace the environmental perception of residents regarding conservation, resolution of environmental problems and participation in environmental management. Which was evident that they consider that they present a directly proportional level at a positive, moderate level and that the environmental work to be carried out within the urbanization must be focused on the mitigation of invasive odors. Therefore, the implementation of environmental education programs based on strategies and techniques to raise awareness of the benefits that trees in green areas can bring to reduce bad odors is suggested as an environmental management strategy for forest conservation.

Keywords: Forest conservation, environmental perception, environmental education.

Introducción

Según la FAO (2020), hoy en día, gran parte de la sociedad humana tiene al menos algún tipo de interacción con los bosques y la biodiversidad forestal, desde zonas protegidas con escasa actividad humana hasta grandes centros urbanos. Los bosques, contribuyen a las ciudades proporcionando servicios ecosistémicos.

Por lo tanto, estos representan oportunidades para la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad en el paisaje urbano (Andrade et al., 2017), teniendo en cuenta que las áreas de conservación urbana surgen de compensaciones forestales, dentro de los trámites y licencias ambientales para construcciones de toda índole, estas áreas de conservación, actúan como elementos de anclaje de nuevas coberturas verdes, así como también acercan a las personas con la naturaleza y favorecen la unión entre vecinos, mejorando la identidad comunitaria.

Sin embargo, a pesar de todos los beneficios que brindan los árboles urbanos, se evidencia una desconexión en la relación naturaleza-hombre, donde predomina la destrucción y el abandono de los espacios verdes (Severiche et al., 2016), en consecuencia, surge la necesidad de implementar una Estrategia de Educación Ambiental (EEA) que proponga formas de protección a corto, mediano y largo plazo de especies forestales establecidas y existentes *in situ*, y mejore el componente socio ambiental dentro de un contexto urbano.

Con esta investigación se pretende desarrollar una EEA que respondan a las percepciones de las personas, permitiendo que estas interpreten, asocien y den sentido a los nuevos conocimientos que se van adquiriendo en la educación ambiental (Martínez, 2010), para conservar y gestionar las zonas verdes, protegiendo el componente arbóreo indispensable para el desarrollo socio ambiental de la comunidad, por sus beneficio ecológico que desconocen los residentes de la urbanización, lo que conlleva a una falta de compromiso que

convierte las zonas verdes en zonas abandonadas, sin ningún tipo de manejo (Rendón, 2010).

A nivel internacional, uno de los antecedentes que respalda una parte de la problemática presente en la investigación corresponde con el trabajo de Calderón et al. (2012) afirma que los bosques y las áreas protegidas que se ubican en la periferia de los centros urbanos están sujetos a una dinámica periurbana que es necesario entender y reconocer para hacer posible su permanencia a largo plazo, ampliando las visiones ambientalistas que sólo conciben la integridad de las áreas naturales en función de su aislamiento, y considerando que incluso en las zonas urbanas pueden desarrollarse procesos de conservación de recursos y servicios ambientales.

Por otro lado, Rodríguez et al. (2011) aporta y orienta en la parte metodológica, teniendo en cuenta el diseño de una estrategia integrada de educación ambiental para una comunidad que sirva de guía para diagnosticar necesidades socioeducativas e indique posibles vías y acciones para lograr un cambio en la conciencia y el comportamiento de una comunidad por su integración al desarrollo sostenible. Esta investigación desarrolló un diagnóstico de la percepción ambiental de los diferentes grupos meta de las comunidades para conocer cómo se refleja en ellos el medio ambiente y las implicaciones sociales y educativas de los fenómenos ambientales y reflexión grupal en las comunidades para analizar los resultados de la encuesta de percepción e intercambiar sobre los contenidos que en ella se cuestionan. Así mismo propone una planeación de estrategias a partir de programas orientados a la conservación del medio ambiente a nivel social, educativo y personal.

De esta manera, los referentes internacionales aportan a la iniciativa y realización de estudios orientados a contextualizar a la urbanización sobre la importancia de la conservación forestal, consolidando una visión y proyección de este trabajo de investigación, ya que con base en el diagnóstico de percepción, y el conocimiento de los problemas ambientales, fortalece estrategias de EA en el tiempo, de

manera individual y colectiva, y así, desde la iniciativa, se reactive y contribuya significativamente a la construcción de la sustentabilidad y conservación forestal en el país.

A nivel nacional es importante conocer los diferentes énfasis que se han realizado en el marco de investigación de estrategias de educación ambiental para la conservación forestal, Bautista (2009) aborda uno de los objetivos presentes en esta investigación, en donde el diagnóstico ambiental está sujeto a las EEA y el valor de los resultados frente a los procesos ambientales que se vayan desarrollando, a partir de su metodología participativa aporta y brinda pautas para la validación de los instrumentos evaluativos ítems de sensibilización ambiental, procesos educativos, herramientas conceptuales y pedagógicas con las que cuentan para EA, problemáticas ambientales municipales, articulación y transversalidad abordadas desde la educación y participación.

En ese orden de ideas, Osorio (2016) brinda una guía potencial de pautas para intervenir pedagógicamente en comunidad y así desarrollar estrategias de resolución de problemas de carácter ambiental, partiendo de la proposición que la educación ambiental es una de distintas formas para encontrar la solución a algunos problemas ambientales. El aporte que la metodología PROCEDAS brinda está basada en cinco etapas que permiten establecer un diagnóstico ambiental por parte del educador ambiental y en conjunto con la comunidad; plantear una estrategia educativa que permita ampliar los conocimientos sobre ambiente de la comunidad; e identificar de manera conjunta las problemáticas ambientales y plantear sus soluciones.

Si bien es cierto estos referentes nacionales han permitido dar los lineamientos y metodologías apropiadas a la presente investigación, que de una u otra forma presentan la preocupación e interés por el fortalecimiento de estrategias de educación ambiental. Para el caso específico de Jamundí, López Restrepo (2021), afirma que el crecimiento de las ciudades requiere más infraestructuras de

transporte y conlleva un mayor consumo de energía y una incesante ocupación de suelo. Estos factores van en detrimento del medio ambiente y aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero. Entre las consecuencias cabe mencionar el cambio climático y una mayor contaminación acústica y del aire. Así, la expansión urbana descontrolada afecta directamente la calidad de vida de la población que vive en las ciudades o cerca de ellas. Se elaboró la caracterización y descripción del fenómeno de la expansión urbana dispersa en un periodo de tiempo de treinta años, obteniendo como resultado un diagnóstico y descripción actual del territorio en términos de expansión urbana y el tipo de modelo de ciudad resultante de la dinámica del crecimiento urbano que se ha presentado en las últimas décadas en el municipio.

Asimismo, Pérez y Tamayo (2011), abordan los problemas ambientales como producto de las relaciones entre el hombre y la naturaleza, teniendo en cuenta la contextualización del sitio y socialización de las problemáticas encontradas en el lugar y de igual forma al análisis de dichas problemáticas con una fundamentación conceptual, y una tentativa de propuesta educativa ambiental que permita responder a las necesidades analizadas en el Paso de la Bolsa (Jamundí). Esta investigación aporta dentro de sus resultados metodologías de EA, partiendo de las problemáticas ambientales, planeación y organización de lineamientos y normativas que sean apoyadas y gestionadas en proyectos comunitarios.

La relación existente entre medio ambiente y proyectos encaminados al desarrollo, genera todo tipo de alteraciones adversas debido a la transformación que sufren los ecosistemas, por lo que a su vez produce impactos en el biofísico como fragmentación del hábitat, reducción de poblaciones de fauna y flora, alteración del recurso hídrico, pérdida de suelo entre otros, que conllevan la pérdida de biodiversidad del territorio (López y Ferro, 2006).

Por lo anterior, Colombia en su responsabilidad de tener un uso sostenible de sus recursos naturales ha desarrollado un marco

normativo que permite establecer las estrategias y objetivos de conservación de la diversidad biológica, para lo cual construye una herramienta para determinar y cuantificar las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad según la resolución 1517 de 2012 del Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad. MADS¹ (2012).

Estas medidas de compensación garantizan la conservación efectiva de una cobertura vegetal, específicamente en urbanizaciones sociales, donde se logre generar una nueva categoría de manejo, estrategia de conservación permanente o se mejoren las condiciones de la biodiversidad en áreas transformadas o sujetas a procesos de transformación. Sin embargo, acabado el tiempo de mantenimiento y lineamientos de conservación por parte de los entes competentes, estas coberturas vegetales quedan a disposición total de los habitantes, por lo que surge la necesidad de realizar estrategias de educación ambiental para entender no sólo los usos y prácticas que le dan las comunidades a las zonas verdes, sino también las percepciones que tienen sobre los mismos dentro de su entorno, ya que los conocimientos previos de la comunidad en materia ecológica demuestran su comprensión sobre la importancia de estos recursos naturales, lo que conlleva a una mayor conservación por parte de la comunidad.

La presente investigación se enfoca en la importancia y conservación de las zonas verdes en donde se establecieron árboles mediante una compensación forestal, teniendo en cuenta la implementación de una EEA como base fundamental de dicha investigación, las EEA han dejado de ser simples programas o proyectos institucionales dentro de las escuelas y colegios, llegando ahora a todos los entes de las comunidades fuera de las aulas (Machuca y Pérez, 2022), que

¹ MADS: En este manual establecen los pasos que deben realizarse para determinar y cuantificar las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad, respondiendo tres inquietudes fundamentales: i) cuánto compensar, ii) dónde compensar y iii) cómo compensar bajo la jerarquía de la mitigación, es decir, se pueden compensar impactos a la biodiversidad que no puedan ser evitados, mitigados o corregidos.

permitan promover la conservación de la cobertura vegetal arbórea en una urbanización.

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario realizar una EEA para entender no sólo los usos y prácticas que les dan las comunidades a las zonas verdes, sino también las percepciones que tienen sobre los mismos dentro de su entorno. Los conocimientos previos de la comunidad en materia ecológica demuestran su comprensión sobre la importancia de estos recursos naturales, lo que conlleva a una mayor conservación por parte de la comunidad y una gestión de problemáticas relacionadas en el contexto lo cual mejorará la representación de la comunidad ante los entes competentes en el alcance regional de proyectos que involucren la comunidad.

El trabajo de investigación propone una serie metodológica que permita discernir los objetivos consecuentes uno del otro, donde a partir de teorías, estadísticos y análisis de los resultados, se permita llegar a las conclusiones idóneas y pertinentes del estudio que ayudará a la gestión de problemáticas priorizadas y focalizadas, lo cual será de gran beneficio para los habitantes de la urbanización de Ciudad Farallones, ya que se tendrá un alcance prioritario de intervención y de gran interés por las entidades despertando la preocupación unánime de los actores mejorando la línea de comunicación entre los entes gubernamentales y la urbanización, lo que facilitará estudiar las posibles soluciones o mitigación de impactos negativos frente a la priorización de problemas a partir de la implementación de una EEA.

Referentes Teóricos

La Psicología Ambiental

Estudia las variables de la percepción Ambiental y se centra en la relación con el contexto, permitiendo una mirada compleja de la interacción del ser humano y el medio en el cual se desarrolla (Clavijo, 2018). La psicología ambiental se interesa por el análisis teórico y

empírico de las relaciones entre el comportamiento humano y su entorno físico (Clavijo, 2018), este tipo de análisis se realiza por medio de la observación y cuestionarios, herramientas fundamentales de la investigación cualitativa que se llevara a cabo en este proyecto de investigación, donde se pretende analizar las relaciones de la conducta social con el ambiente.

La Percepción Ambiental

Moreno (2008), considera que las percepciones, dependen de la interacción del organismo con el ambiente y con la sociedad donde predomina el estudio de las percepciones ambientales desde la óptica del “individuo y lo privado” en relación a su entorno físico, teniendo en cuenta las variables demográficas como la edad, sexo, ingreso económico, orientación política y factores socioeconómicos para entender la posición que el individuo tienen en la sociedad y que como esto afecta las decisiones que toma. Así mismo es importante tener en cuenta la cultura ambiental que está influenciada por el entorno o hábitat en el cual ésta se desarrolla, diversos autores han sugerido que esta relación cultura - entorno incide en nuestra experiencia perceptiva, en este proyecto de investigación se plantea incidir en las variables de la percepción ambiental por medio de la educación ambiental.

Para esta investigación se aplicó una EEA relacionada a la sensibilización de la urbanización frente a los servicios ecosistémicos que aportan los árboles, evaluando de esta manera el nivel de compromiso que presentan los habitantes con su entorno, ya que, al conocer la importancia de las coberturas arbóreas, posibilita las oportunidades de valorar los servicios ecosistémicos que se generan dentro de una ciudad como lo son, proporcionar aire limpio (Vanegas y Martínez, 2021), que ayude y mitigue la problemática de olores invasivos existente en la urbanización, puesto que las propiedades de algunos árboles emiten olores agradables permitiendo la mitigación de esta problemática (Mora, 2020).

Materiales y Métodos

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo, con un enfoque cualitativo, ya que se basa en la descripción de los resultados obtenidos a partir de la observación y del análisis estadístico de los cuestionarios tipo Likert.

Modelo de Investigación

El modelo es investigación, acción participativa (IAP), ya que ésta, trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica, así como también la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede (Monje, 2011).

Muestra y Población

La muestra de la población va a estar comprendida en 100 habitantes de la Urbanización Ciudad Farallones, del municipio de Jamundí, desde edades entre 18 años hasta 75 años, en casas cercanas y ubicadas a 150 m de las áreas verdes distribuidas en los cuatro sectores de compensación forestal que presenta la urbanización en estudio.

Instrumentos de Investigación

La investigación acoge instrumentos como la encuesta a partir de un cuestionario, como determinante para diagnosticar la percepción ambiental, un esquema de lineamientos de intervención, para establecer una EEA y nuevamente un cuestionario de salida para evaluar la sensibilización de la comunidad frente a los servicios ecosistémicos que aportan los árboles y el nivel de compromiso que presentan los habitantes a partir de la implementación de la EEA.

En el siguiente apartado se presentará los puntos fundamentales para el desarrollo de esta investigación y de esta manera, lograr los objetivos esperados.

Desarrollo de la investigación

Para la realización del trabajo se adelantaron tres fases generales, donde la fase uno corresponde a documentación, fase dos, trabajo de campo y finalmente fase tres, sistematización y análisis de los resultados (Tabla 1).

Tabla 1.

Fases de la Investigación.

Fases de investigación	Procesos por realizar	Tiempo estimado	Recursos
Fase 1 Documentación	Recolección de fuentes bibliográficas en relación con las variables objeto de la investigación.	3 meses	Referentes a nivel internacional, nacional y regional. Documentos de interés.
Fase 2 Trabajo de campo	Percepción de los habitantes en conservación forestal Establecimiento de una estrategia de EA Implementación de una estrategia de EA	2 meses	Cuestionario de 8 preguntas tipo Likert, diligenciamiento de un esquema de lineamientos de intervención, intervención participativa, cuestionario de evaluación de la EEA.
Fase 3 Análisis de información	Sistematización y análisis de resultados Conclusiones y recomendaciones.	1 mes	Digitalización de las respuestas de los cuestionarios a la aplicación SPSS, Elaboración de gráficas. Datos sistematizados y referentes teóricos.

Resultados y Discusión

En este capítulo se presenta la aplicación de los resultados correspondientes a los objetivos propuestos en la investigación, de esta manera, para dar cumplimiento al primer objetivo,

los resultados se clasificaron en tres fases, la primera fase corresponde a los datos demográficos, como segunda fase se presenta los resultados de la encuesta en dos categorías una de ellas es el concepto ambiental, conformada por cuatro preguntas cerradas relacionadas a la conceptualización ambiental desde la experiencia y educación que evidencia el encuestado al responder, y la segunda categoría hace referencia al contexto ambiental, conformada por 4 preguntas relacionadas a la sensibilización de la conservación, actitud y gestión ambiental desde su entorno, y por último, la tercer fase que culmina el objetivo uno la conforma el estudio de la percepción ambiental por medio del instrumento de evaluación Likert estructurada por siete afirmaciones dirigidas hacia el entorno vivo, focalizada en tres variables: relación de la actitud frente a la resolución de problemas ambientales, relación de la actitud frente a la conservación de los árboles y relación de la actitud frente a la participación de los habitantes en proyectos ambientales, y el tercer objetivo de esta investigación que conlleva a implementar una EEA establecida seguida de una evaluación de la EEA implementada dentro de la sensibilización en la importancia de la conservación de árboles y la actitud frente a la resolución de la problemática ambiental existente.

Diagnóstico de la Percepción de los Habitantes de la Urbanización Ciudad Farallones frente a la Conservación Forestal

Los resultados se clasificaron en tres fases: fase uno correspondiente a datos demográficos, fase dos la conforma los resultados de la encuesta categorizada en 4 preguntas de concepto ambiental y 4 preguntas de contexto ambiental, y fase tres corresponde a la aplicación de instrumento encuesta tipo Likert dentro del contexto ambiental, este instrumento de evaluación arroja un diagnóstico de percepción en cuanto a la actitud, contexto y participación de los habitantes en temas de conservación forestal y ambiental.

Datos Demográficos

De acuerdo a los datos demográficos se caracterizó la muestra en estudio teniendo en cuenta la relación ocupación del habitante y grado de escolaridad, y edad de los habitantes con género de los habitantes.

Dentro de los 100 encuestados 33 de ellos son amas de casa (categoria 1), de las cuales 22 de ellas pertenecen a un nivel de grado dentro de la secundaria, seguido de 24 habitantes que dentro de su ocupación trabajan de manera independiente (categoria 8), de los cuales 19 pertenecen a un nivel de grado de secundaria, 3 de ellos son técnicos y 2 son profesionales, y en la ocupación de empleado de una empresa (categoria 9), 19 personas pertenecen a esta ocupación de las cuales 11 están en un grado de secundaria ,1 es profesional 5 son técnicos y 2 se ubican en un grado de primaria. El restante de la población se distribuye en niveles bajos de ocupación en oficios varios, estudiante, maestro de construcción entre otros.

La Urbanización dentro de la muestra de estudio, cuenta en su mayoría con mujeres amas de casa, dedicadas a su hogar formando parte de un nucleo familiar como base fundamental para la crianza y responsabilidades del hogar, sin embargo, seguido de este se evidencia la relevancia de la ocupación trabajador independiente, los habitantes adquieren emprendimientos donde es posible manejar su propio tiempo sin la necesidad de vincularse a una empresa.

Categorías de la Encuesta

La encuesta realizada se clasificó desde el concepto ambiental de los habitantes y el contexto ambiental de su entorno:

Concepto Ambiental

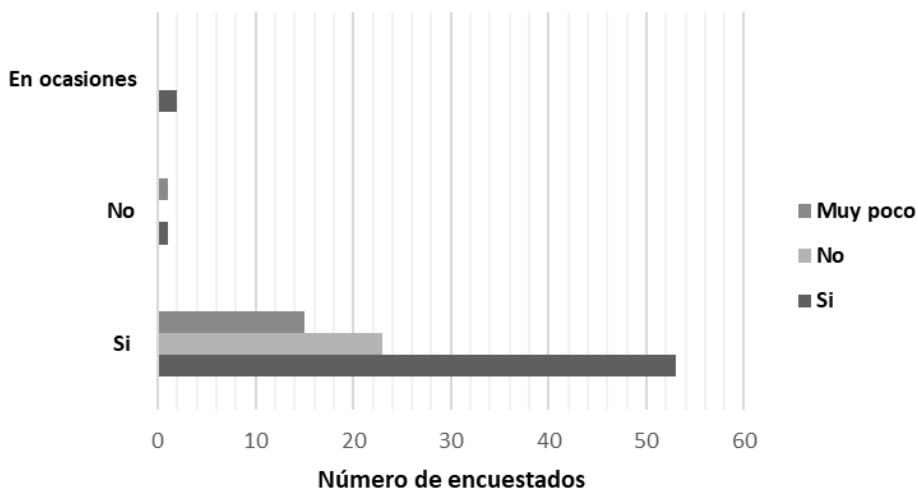
En esta fase se resalta la categoría de concepto ambiental, conformada por 4 preguntas cerradas referentes a la conceptualización y

socialización de la investigación, la aplicabilidad de esta categoría en la encuesta permitió evidenciar la problemática ambiental sobresaliente y el conocimiento a partir de experiencias en su entorno a nivel educativo ambiental.

Se tiene que de los 100 habitantes de la urbanización Ciudad Farallones 58, personas consideran de importante la naturaleza, sin embargo 23 de ellos no conocen el término de educación ambiental y 15 de ellos conocen muy poco el término (Figura 1).

Figura 1.

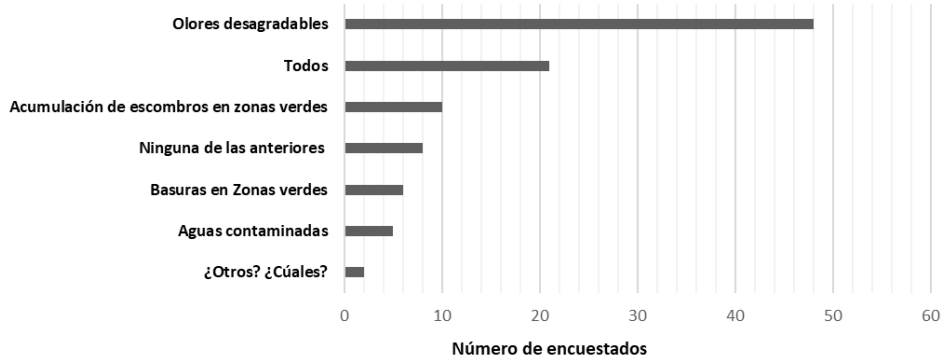
Relación entre la importancia del entorno y la educación ambiental.



Por otro lado, la priorización de problemáticas ambientales (Figura 2) donde la investigación arrojó como resultado que 48% manifiestan la problemática asociada a olores desagradables (Categoría 1), del canal de agua lluvia, el 22% presentan todos los problemas mencionados (Categoría 2), el 12% asocia la problemática de acumulación de escombros en zonas verdes (Categoría 3), el 8% no presenta ninguna problemática relacionada a las mencionadas (Categoría 4), el 5% presenta presencia de basuras en zonas verdes (Categoría 5), y el 4% presenta la problemática de aguas contaminadas (Categoría 6).

Figura 2.

Priorización de problemáticas ambientales en la urbanización Ciudad Farallones.



Los habitantes dentro de su entorno viven una problemática en común que permite evidenciar la baja calidad de vida y el descontento por el diseño de la urbanización, ya que, debido al estancamiento de estas aguas, el canal emite un olor que abarca todos los espacios de las casas de la urbanización, por lo que aciertan en la mayoría una posible mitigación de la problemática, participando de la encuesta con gran interés y con el fin de ser tenido en cuenta dentro de su criterio ambiental.

Contexto Ambiental

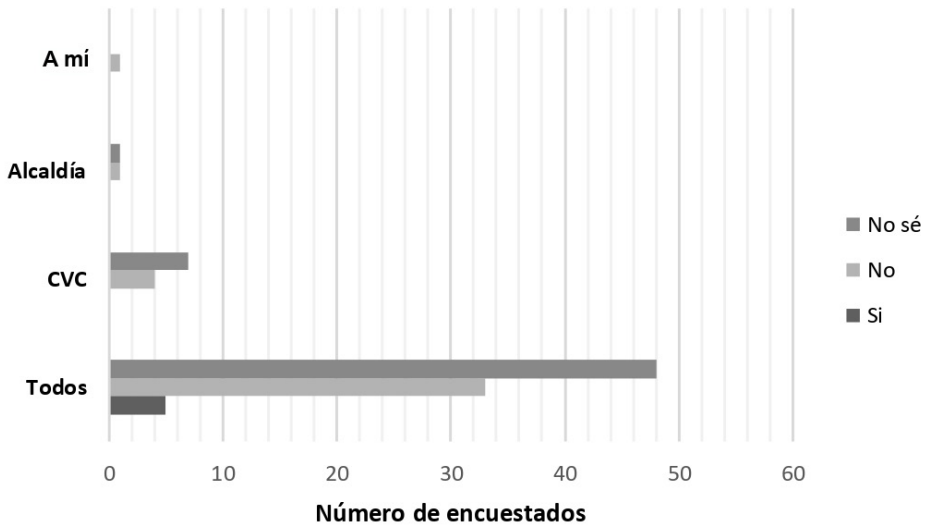
La categoría de contexto ambiental, la conforman 4 preguntas 3 de ellas cerradas y la última vincula un instrumento de evaluación tipo Likert con 7 afirmaciones, utilizando una escala de respuesta. El contexto ambiental permite relacionar su entorno con la gestión de problemáticas ambientales y la actitud frente a la conservación forestal y ambiental.

El cuidado de los árboles dentro del entorno y contexto social según la encuesta les compete a todos según 86 encuestados, sin embargo, en relación a la gestión y/o conocimiento de proyectos ambientales en la urbanización 48 de ellos no saben si existe en la actualidad

proyectos ambientales, 33 de ellos afirman que no existen proyectos ambientales y 5 dicen que si existen proyectos ambientales (Figura 3).

Figura 3.

Relación entre el cuidado de los árboles con la gestión de proyectos ambientales.



Percepción Ambiental por Medio del Instrumento de Evaluación Prueba Likert

En esta fase se tuvo en cuenta la prueba Likert estructurada por 7 afirmaciones enfocadas en la actitud de los habitantes hacia la conservación forestal y participación, bajo una escala de respuesta con un valor numérico donde, totalmente de acuerdo (5), de acuerdo (4), ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), en desacuerdo (2) y totalmente en desacuerdo (1) establece un grado de actitud positivo o negativo en una orientación directa o inversa. El instrumento fue sometido a una prueba de Cronbach, teniendo en cuenta la confiabilidad de las afirmaciones y su soporte investigativo mediante un grado de validez y significancia de los datos obtenidos según los resultados de 0,2 a 0,6 presenta confiabilidad del instrumento baja y de 0,7 a 1 presenta una fiabilidad del instrumento alta (Tupanta et al., 2017).

Seguido de este estudio se presenta un perfil de actitud de acuerdo a los datos obtenidos en la valoración de las afirmaciones y por último se presenta una correlación de las variables de actitud frente a la conservación forestal, la resolución de los problemas ambientales y la participación frente a proyectos ambientales.

Prueba de Alfa de Cronbach

Dentro de los datos obtenidos en la investigación la prueba de confiabilidad de Alfa de Cronbach fue de 0,8 categorizándola en una consistencia de datos interna aceptable con homogeneidad de la variable referente a la actitud frente a la conservación forestal y un grado de validez significativo dentro del instrumento de evaluación tipo Likert.

Resultados de Actitud en Prueba de Likert

La prueba Likert asocia las afirmaciones frente a la actitud en los enfoques de conservación y participación ambiental, teniendo en cuenta el contexto y entorno en donde viven los habitantes, a partir de la sumatoria y el promedio de la valoración resultante de las afirmaciones en la escala de Likert.

Dentro del análisis de actitud frente a la conservación forestal y participación dentro de la gestión ambiental generada por la prueba Likert en la tabla 4, se presenta que el 76% está totalmente de acuerdo, seguido del 23% de la población está de acuerdo y el 1% de la población presenta una actitud neutra, es decir no está de acuerdo, pero tampoco está en desacuerdo, las demás categorías, en desacuerdo (2) y totalmente en desacuerdo (1), no presentaron relevancia en la prueba.

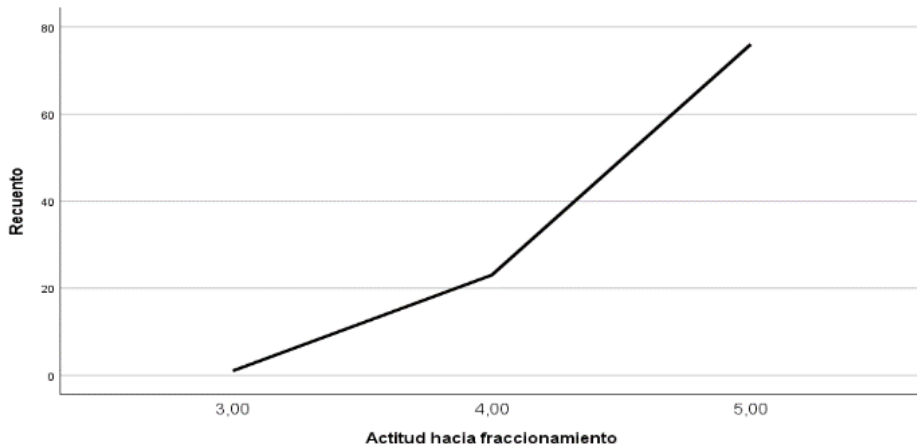
Perfil de Actitud

Como se evidencia en la figura 4 la mayoría del perfil de actitud de los habitantes de la Urbanización Ciudad Farallones presentó una

tendencia alta y positiva respecto a la conservación forestal en la categoría totalmente de acuerdo con una valoración de cinco.

Figura 4.

Datos del perfil de actitud respecto a la prueba Likert.



Correlación entre las Variables

En este ítem se lleva a cabo una asociación de las variables referentes a la importancia de la problemática ambiental, la conservación forestal y la participación que toman los habitantes de la urbanización, de esta manera se realiza una prueba de correlación de Spearman que permite un análisis bivariado que mide la fuerza de asociación entre dos variables por medio de un coeficiente de correlación que varía entre +1 y -1. A medida que el coeficiente de correlación vaya hacia 0, la relación entre las dos variables será más débil.

Teniendo en cuenta las correlaciones mencionadas según la prueba de Spearman la correlación de las variables de actitud frente a la conservación de los árboles de la Urbanización, presenta un valor significativo con 0,682 y su coeficiente de correlación es directamente proporcional en un nivel positivo moderado. Dentro de las variables de actitud frente a los problemas ambientales de

la Urbanización, presenta unos valores significativos en un 0,517 y su coeficiente de correlación es directamente proporcional en un nivel positivo moderado, y, por último, la correlación de las variables de actitud frente a la voluntad de participar en proyectos de educación ambiental, presenta valores significativos en un 0,686 y su coeficiente de correlación es directamente proporcional en un nivel positivo moderado.

Estrategia de Educación Ambiental a partir del Conocimiento y Experiencias Significativas de la Urbanización por medio de un Esquema de Lineamientos de Intervención

Para el cumplimiento del segundo objetivo de la investigación, como primera medida se caracterizó la problemática ambiental por medio de la encuesta, donde, a partir de un recuento fue priorizada dicha problemática por los encuestados teniendo en cuenta su entorno y contexto social donde viven, como segunda medida se establece un esquema de lineamiento de intervención que permite la planeación de un taller participativo enfocado a el propósito, objetivos y metas cumplidas (Ledezma et al., 2020), dentro de una EEA que permita mitigar el impacto negativo y visibilizar la problemática ante los entes competentes por medio de gestión de proyectos ambientales.

Primera Medida, Caracterización de la Problemática Ambiental

Como se observa en la Figura 4, dentro de la muestra de estudio se tiene que el 48% de los habitantes concuerdan con la problemática de olores desagradables del canal de agua lluvia, seguido del 22% de los habitantes concuerda que son todos los problemas ambientales descritos en el enunciado de la encuesta, el 12% de los habitantes manifiesta que la acumulación de escombros en zonas verdes es uno de los problemas que persiste en su urbanización, el 8% manifiesta que no presenta ningún problema ambiental, el 5% de los habitantes manifiesta presencia de basuras en zonas verdes y el 4% de los habitantes presenta aguas contaminadas como problemática evidente.

Los habitantes dentro de su entorno viven una problemática en común que permite evidenciar la baja calidad de vida y el descontento por el diseño de la urbanización, ya que, debido al estancamiento de estas aguas, el canal emite un olor que abarca todos los espacios de las casas de la urbanización, por lo que aciertan en la mayoría una posible mitigación de la problemática, participando de la encuesta con gran interés y con el fin de ser tenido en cuenta dentro de su criterio ambiental y preocupación por esta problemática como lo muestra la figura 4 anteriormente.

Segunda medida, Esquemas de Lineamientos de Intervención

De esta manera, se priorizó la problemática y se realizó el esquema de intervención como se observa en la tabla 1, con el fin de canalizar la percepción con la acción y planeación de una estrategia ambiental, este esquema propone considerar la participación de los actores pertinentes para dejar una gestión y seguimiento con posible mitigación del problema latente, y a su vez permite ejecutar una EEA que fortalezca la conservación forestal y de zonas verdes aledañas.

Tabla 2.

Esquema de lineamientos intervención propuesto.

Objetivos: socializar la problemática encontrada con la alcaldía municipal de Jamundí - Sensibilizar a la urbanización frente a los servicios ecosistémicos del componente arbóreo en su entorno, y su contribución a mitigar la problemática existente	Sesión: 001
Tema: Olor invasivo desagradable de los canales de agua lluvia	Fecha: 14 de octubre de 2022
Actividades: Reunión de las partes y actores interesados, posibles soluciones de acción, compromisos y acuerdos.	
Procedimientos: Socialización de la actividad, ejecución de la actividad embellecimiento de zonas verdes con la recolección de basuras, sensibilización a los habitantes, evaluación de la actividad.	

Objetivos: socializar la problemática encontrada con la alcaldía municipal de Jamundí

- Sensibilizar a la urbanización frente a los servicios ecosistémicos del componente arbóreo en su entorno, y su contribución a mitigar la problemática existente

Sesión: 001

Técnicas: Participación activa de los habitantes

Tiempo: 5 horas

Materiales: bolsas de basura, guantes.

Observaciones: en este taller se pretende conformar un grupo en el cual siga la línea de acción para la posible mitigación de la problemática priorizada.

Fuente: Ledezma et al. (2020)

Objetivo Tres: Implementar una Estrategia de Educación Ambiental, para la Evaluación y Compromiso Ambiental Adquirido en la Urbanización

Dando cumplimiento al tercer objetivo se realizaron tres momentos puntuales uno de ellos es la gestión de las entidades pertinentes y competentes relacionadas a la problemática evidenciada en el esquema de lineamientos, con el fin de socializar y realizar un enlace entre la urbanización y las entidades públicas que permitan gestionar y hacer parte de la mitigación de la problemática, en este proceso participaron los líderes y presidentes de Juntas de Acción Comunal como segundo momento se realizó una intervención de sensibilización en la importancia del componente arbóreo en su entorno, así como también al tema de contaminación de basuras en las áreas verdes, y el funcionamiento de una PTAR, en este taller, los habitantes de la urbanización de manera voluntaria participaron llevaron a cabo la acción de recoger todo tipo de basuras provenientes de las áreas verdes, como tercer momento se realizó una evaluación del taller de intervención que consistía en responder una encuesta de tres preguntas orientadas a la sensibilización y conservación de las áreas verdes y la participación del taller.

Primer Momento

Por medio de la radicación de un oficio de solicitud de apoyo a las entidades pertinentes como la Secretaria de Ambiente en la alcaldía Municipal de Jamundí, la Corporación Autónoma Regio del Valle del Cauca y la Constructora Promotora Vida se llevó a cabo la gestión ambiental pertinente que consistió en vincular los actores participantes con el fin de sensibilizar en cuanto a la conservación forestal y el funcionamiento de la PTAR y los canales de agua lluvia en la urbanización, en esta gestión se programó el encuentro de intervención con los habitantes orientado por el esquema de lineamiento establecido en el segundo objetivo. De esta manera por medio de los líderes y presidentes de Junta de Acción Comunal se invitaron a los habitantes afectados voz a voz al encuentro participativo.

Segundo Momento

En esta etapa participaron 20 habitantes de los 100 encuestados donde se realizó el taller de intervención In situ, llevando a cabo la recolección de basuras provenientes de las áreas verdes, y así mismo el proceso de reconocimiento de la PTAR, partiendo de conocer su funcionalidad y la relación conservación forestal con la mitigación de olores desagradables, y las formas de minimizar los olores sensibilizando a la población en la importancia y relación del componente arbóreo en la posible mitigación de la problemática sobresaliente, de esta manera se concluye el encuentro dando paso al tercer momento como evaluación final.

Tercer Momento

En este momento se realizó una encuesta como instrumento de evaluación final que consta de 5 preguntas cerradas tipo Likert, teniendo en cuenta el taller participativo, su pertinencia y satisfacción de lo aprendido. De acuerdo a los resultados en la prueba de Spearman la correlación de las variables en cuanto al grado de satisfacción con el compromiso adquirido con la conservación forestal, presenta

un valor significativo con 0,682 y su coeficiente de correlación es directamente proporcional en un nivel positivo moderado.

En el análisis de esta investigación se pretende enfocar las teorías de psicología ambiental y fundamentos teóricos de las corrientes ambientales dentro de los objetivos ejecutados en la investigación.

Objetivo Uno: Concepto y Contexto Ambiental en la Urbanización

Considerar la relación entre la conceptualización y el contexto de una problemática ambiental es determinar la realidad desde las desventajas y las posibles soluciones a dicha problemática, para los habitantes de la urbanización, existe un conocimiento que encarrila una visión ambiental de protección y de conciencia y sensibilización ambiental (Carrizosa, 2000), que permite identificar la importancia de un elemento que hace parte del bienestar humano y que de una u otra forma reflexionar, recibir información amplia y específica y ser sensible ante la problemática, que responda a efectivizar las responsabilidades ambientales como deberes del ser humano y la defensa de los derechos ecológicos al que posee y es libre de reclamar cuando estén ausentes en su contexto y condiciones de vida, propiciando la construcción y formación de un ambiente sano (Prada, 2013).

Las afectaciones hacia el ambiente, la falta de estrategias y gestión ambiental que minimicen el impacto negativo, genera preocupación en el ser humano e influye en el bienestar y condiciones de vida favorables para su evolución (Prada, 2013), no obstante, el deseo de solucionar estas problemáticas no es suficiente comparadas a las acciones y gestión ambiental, encontramos aquí una preocupación por la «gestión del medio ambiente», llamada más bien gestión ambiental dentro de una corriente conservacionista y resolutiva que agrupa proposiciones en las que el medio ambiente está sobre todo considerado como un conjunto de problemas (Sauvé, 2005)

que presenta la necesidad de ser solucionados o mitigados de carácter urgente.

Percepción Ambiental

La percepción ambiental de los habitantes coincide con la actitud y relación que toman frente a los problemas ambientales, partiendo de propiedades colativas, es decir, comparar lo percibido con las experiencias vivenciales, capaces de provocar indagación y deseos de buscar y participar de posibles soluciones de acción para contribuir al bien común en la relación naturaleza-hombre (González Suhr, 2011).

Las actitudes relacionadas frente a la resolución de problemas, la importancia de estos para el diario vivir y la participación en la gestión y posible solución, es significativa y positiva, en la medida en que se presentan en una determinada proporción y combinación, estas propiedades despiertan en la persona una actitud de curiosidad porque provocan algún tipo de conflicto perceptivo que incita a comparar este estímulo con otros para intentar resolver el conflicto.

La percepción ambiental en este estudio, se dirige hacia los estímulos y variables sensitivos ya que independientemente de la actividad, grado de escolaridad y edad de los habitantes encuestados a nivel psicológico se ven afectados por la problemática ambiental, sin embargo, la cultura que define a una sociedad está claramente influenciada por el entorno o hábitat en el cual ésta se desarrolla, es decir, la percepción ambiental es psicológica dependiendo del entorno en donde se vive, por lo tanto, la relación cultura - entorno incide en nuestra experiencia perceptiva. y variables del propio entorno físico (Castro, 2019).

Objetivo Dos: Estrategia de Educación Ambiental

Dentro de la estrategia ambiental establecida y focalizada se evidencia la corriente ambiental práxica donde el aprendizaje invita a la reflexión en la acción Sauvé (2005), la identificación y priorización de las problemáticas en la urbanización generan un hilo conductor de gestión y reestructuración de líneas de acción, unión y solución de la problemática, sin embargo hay una brecha entre la reflexión y acción puesto que según Prada (2013), la falta de acciones y motivación humana por el cuidado del entorno, la problemática de la realidad ambiental, son factores que han generado preocupación por la búsqueda de estrategias que permita un esquema de lineamientos de intervención (Ledezma et al., 2020) permite la ejecución y toma de decisiones eficientes referentes a la conservación forestal y bienestar integral del entorno partiendo de la inclusión de percepciones sociales, la educación y la participación en la gestión ambiental (Ureña y Barrientos, 2016).

La problemática priorizada por los habitantes de la urbanización determina que los olores desagradables u olores invasivos es producto de la evaluación del entorno a través de la información que captamos por medio de nuestros sentidos, por lo que al estar expuestos a un olor desagradable, no se puede ignorar, y más aún si la experiencia negativa y se repite constantemente, puede llegar a afectar nuestro bienestar aún a niveles de exposición muy por debajo a los que podrían provocar efectos fisiológicos o patológicos, por ejemplo, desórdenes del sueño, dolores de cabeza, problemas respiratorios (Murguía, 2007).

Teniendo en cuenta la orientación del estudio, la percepción del entorno a partir de la problemática sobresaliente, es relevante y pareciera que no presenta relación con la conservación forestal, ya que las áreas verdes compensadas por árboles, presentan un desarrollo de crecimiento lento, por lo que actualmente no cumplen con la funcionalidad ambiental que podría mitigar los olores desagradables como barreras rompe vientos, sin embargo es

evidente fortalecer el componente forestal ya que según Mora (2020), la implementación de barreras con vegetación es una alternativa para mitigar o controlar los olores generados en las plantas de beneficio incluyendo la delimitación del área del proceso con la zona aledaña, evitando así molestias y dando una solución ambiental. en este caso esta implementación estuvo enfocada en los canales de aguas lluvia y las PTAR de la urbanización donde se consideraron una de las principales fuentes de olor en áreas urbanizadas (Lozada y Giraldo, 2019).

Objetivo Tres: Implementación de una EEA

La implementación del esquema de lineamientos como taller de intervención en la urbanización determina la pertinencia y la participación de actores claves para la resolución de conflictos y mitigación de problemas ambientales latentes, que permitan conectar los procesos aliados para la gestión ambiental.

Es por esto que la Educación Ambiental se ha convertido en un enlace y articulación para avanzar y promover el desarrollo ambiental y social, ya que según Ledezma (2020), la EA fortalece la cualificación de las interacciones: sociedad-naturaleza-cultura y la transformación adecuada de nuestras realidades ambientales.

La evaluación ambiental dirigida a los habitantes de la urbanización de acuerdo a la implementación de una EEA, parte de la interacción con el entorno a través de estímulos sensoriales, según Castro (2019), las personas generan determinadas impresiones de éste, es decir, un entorno nos puede gustar o no, puede significar determinadas cosas para nosotros o más gente, generar diferentes emociones, puede parecernos peligroso o seguro.

Conclusiones

El desarrollo de un diagnóstico de percepción ambiental en la urbanización, conlleva a compactar la problemática ambiental relevante, partiendo desde el estímulo sensorial como primer acercamiento al entorno donde habita, y se convierte en una problemática compleja que por más de que haya motivación por la conservación de las áreas verdes se requiere de gestión ambiental y educación ambiental. A partir del taller de intervención la urbanización incrementa el interés y deseo de participar en proyectos de gestión ambiental, dado que la participación en el taller ha sido de gran aprendizaje y expectativas frente al alcance de nuevos conocimientos y proyectos encaminados a mitigar la problemática.

La EA es un eje transversal multidisciplinario para avanzar y fortalecer procesos sociales, culturales y ambientales en pro a la conservación y equilibrio de la naturaleza y el bienestar humano, sin embargo, se debe partir del contexto, percepción y actitud de los participantes frente al componente y la gestión ambiental diagnosticada previamente. Finalmente, se recomienda realizar otros estudios orientados bajo el método de esta investigación para ser comparados y estudiados desde la problemática y percepción ambiental dentro del contexto.

Referencias

- Andrade, G. I. Díaz Timoté J. Mantallana C. L. Montoya J. (2017). *Áreas de conservación urbana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2017/cap4/405/#seccion3>.
- Bautista Gómez, A (2009). *Diagnóstico de la educación ambiental en las instituciones educativas del municipio de sabana de torres. Estrategia de educación ambiental para el municipio de sabana de torres*. [Trabajo de grado, Universidad de La Salle]. Mina, Colombia, Bogota D.C.

- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2020). *Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9699es>
- Hidalgo Gómez, A. Romero Suárez, P, y Martínez Torres, C. L. (2016). Estrategia de intervención comunitaria ambiental aplicada a la comunidad rural La Reforma en la Isla de la Juventud. *Revista Novedades en Población*, 12(24), 94-103.
- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Calderón Cisneros, A. Soto Pinto, L. y Estrada Lugo, E. (2012). Entre la conservación del bosque y el crecimiento de la ciudad: las localidades rurales en el espacio periurbano del Huitepec en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 27(3). 739-787. <https://doi.org/10.24201/edu.v27i3.1426>
- Carrizosa Umaña, J. (2000). *¿Qué es ambientalismo? - La visión ambiental compleja*. Giros editoriales. <http://www.pnuma.org/educamb/documentos/PDF/PAL1.pdf>.
- Castro Salas, N. S. (2019). *Apropiación espacial*. *Revista digital Psicología ambiental*. https://issuu.com/natacastro123/docs/revista_digital_natacha_castro.
- Clavijo, D. García, L. Pulido, L. (2018). *Relación entre la percepción ambiental y la actitud ambiental en un grupo de estudiantes de la universidad santo Tomás*. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás], Repositorio ustad, Colombia, Cali. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15517/2019luanpulido.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- González Suhr, C. I. (2011). *Construcción y validación de una escala de propiedades colativas en el marco de la preferencia*

ambiental. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio UAM. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/7705/42865_gonzalez_suhr_carolina.pdf?sequence=1.

Ledezma Ortiz, D. L, González Suarez, L. M, Chala Ramos M. F. (2020). *Implementación de acciones de educación ambiental con enfoque diferencial en territorios de comunidades negras en el departamento del valle del cauca*. Fundación Universitaria Los Libertadores. [Trabajo especialización, Universidad los libertadores,]. Repository Libertadores, Colombia, Bogotá D.C. https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3459/Chala_Gonzalez_Ledezma_2020.pdf?sequence=1 y isAllowed=y.

López Restrepo, D. (2021). *Expansión urbana en el municipio de Jamundí, camino al modelo de ciudad difusa y fragmentada*. [Trabajo de grado], Programa de Geografía. Universidad del Valle. <http://hdl.handle.net/10893/21560>.

López Sela, P. L. Ferro Negrete, A. (2006). *Derecho ambiental*. IURE <https://www.corteidh.or.cr/tablas/29157.pdf>.

Lozada Cadeño, D. L. y Giraldo Jurado, E. A. (2019). *Origen de los olores en plantas de tratamiento de aguas residuales*. [Trabajo de grado]. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá D.C, Colombia. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/981/Giraldo%20Jurado%2C%20Elkin%20Alirio-2019.pdf?sequence=1> y isAllowed=y.

Machuca Rojas, L. Y. Pérez Raigoso Y. P. Vega Garzón L. P. (2022). *Estrategias de educación ambiental para la conservación de ecosistemas: una revisión bibliográfica*. *South Florida Journal of Health*, Miami, 3(1), 109-126.

Martinez Castillo, R. (2010). *La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual*. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97-111.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad*. MADS. http://www.tremarctoscolombia.org/pdf/MANUAL_compensaciones%20Final.pdf.
- Murguía, W. (2007). Contaminación por olores: el nuevo reto ambiental. *Revista Gaceta Ecológica*, 82(1), 49-53.
- Moreno, Y. (2008). ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Revista Espiral*, 15(43), 179-202. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652008000100006#:~:text=Las%20percepciones%20ambientales%20son%20entendidas,el%20ambiente%20que%20lo%20rodea.
- Osorio Álvarez, J. (2018). *Estrategia de educación ambiental comunitaria: propuesta de diseño curricular para el desarrollo de proyectos ciudadanos de educación ambiental (PROCEDAS)*. [Trabajo de grado, Universidad del Valle del Cauca]. Biblioteca Digital, Colombia, Cali.
- Pérez Hernández, J. Tamayo G. A. (2011). *Análisis de las necesidades prioritarias encontradas de la comunidad del corregimiento del paso de La Bolsa (Jamundí) para una propuesta educativa ambiental*. [Trabajo de grado, Universidad del Valle.]. Biblioteca Digital, Colombia, Cali. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/4578/CB-0460752.pdf?sequence=1>.
- Prada Rodríguez, E. A. (2013). Conciencia, concientización y educación ambiental: conceptos y relaciones. *Revista Temas*, 7(1), 231-244. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5894306.pdf>.
- Rendón Gutiérrez, R. E. (2010). *Espacios verdes públicos y calidad de vida*. 6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, México, Guadalajara. <http://hdl.handle.net/2099/12860>.

- Rodríguez, L. A. Borroto. M. Gutiérrez, I. Talabera, Y. Quesada, M. Núñez, A. (2011). Estrategia para la educación ambiental en comunidades cubanas. *Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 1(10), 1-12.
- Sauvé, L. (2005). *Uma cartografia das corrientes em educação ambiental*. Educação Ambiental. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4586522/mod_resource/content/1/sauve%20correntes%20EA.pdf
- Severiche Sierra, C. Gómez Bustamante, E. Morales, J. J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(1), 266 – 281.
- Ureña Santos, C. y Barrientos, Z. (2016). Percepción social y comportamiento ambiental de comunidades cercanas a un río urbano tropical en Costa Rica. *UNED Research Journal*, 9(1), 127-134. DOI:10.22458/urj.v9i1.1688
- Vanegas Casas, K. S. y Martínez Sánchez, K. (2021). *Evaluación de los servicios ecosistémicos del arbolado urbano de la localidad de Fontibón mediante i-Tree*. [Trabajo de grado], Universidad Distrital. Colombia, Bogotá D.C. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26463/VanegasCasasKarenSayuriMartinezSanchezKatherine2021.pdf?sequence=2>



CAPÍTULO 3

Estimación de la Huella Hídrica como Estrategia para un Mejor Uso del Agua en la Institución Educativa Justiniano Echavarría del Centro Poblado Villanueva, El Águila

Estimation of the Water Footprint as a Strategy for a Better Use of Water in the Justiniano Echavarría Educational Institution in the Town of Villanueva, El Águila

José Armando Ruco Suarez

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0009-0001-2917-1036

✉ josears1975@gmail.com

Silvia Andrea Quijano Pérez

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0002-6371-3038

✉ silvia.quijano00@usc.edu.co

Katherine Sinisterra Ibargüen

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0009-0009-0102-7188

✉ katherine.sinisterra00@usc.edu.co

Ivan Mauricio Bermudez Vera

Universidad del Valle. Colombia, Cali

© 0000-0002-6590-4938

✉ mauricio.bermudez@correounivalle.edu.co

Resumen

La huella hídrica (HH) es un indicador multidimensional que mide el consumo directo e indirecto de agua que una persona, organización, comunidad o país realiza en un área determinada en un tiempo

Cita este capítulo / Cite this chapter

Ruco Suarez, J. A.; Sinisterra Ibargüen, K.; Quijano Pérez, S. A. & Bermudez Vera, I. M. (2025). Estimación de la huella hídrica como estrategia para un mejor uso del agua en la Institución Educativa Justiniano Echavarría del Centro Poblado Villanueva, El Águila. En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). *Estudios transdisciplinarios del medio ambiente*. (pp. 91-136). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287770782-3>

específico, lo que puede ser útil para la toma de decisiones a futuro. El objetivo de este trabajo es diseñar un programa de mejoramiento de hábitos de consumo de agua a través de la HH para los estudiantes de la Institución Educativa Justiniano Echavarría del centro poblado Villanueva, municipio El Águila. Esta investigación fue desarrollada con un enfoque de investigación acción participativa (IAP) en un total de 120 estudiantes de entre 6° y 11° grado. Para llevarla a cabo se aplicó una encuesta además de un conjunto de actividades de capacitación. La HH directa se considera alta en el 78% de la población en estudio, por componentes, la HH directa es principalmente afectada por el continuo uso del baño (97%) mientras que la HH indirecta se ve afectada mayormente por el consumo de carne (87%). La HH es mayor en el área rural, y también mayor en las mujeres que en los hombres. Los resultados de esta intervención fueron positivos, toda vez que logró crearse consciencia social en la población intervenida al modificar conductas inadecuadas respecto al uso del agua, debido a ello, es necesario que actividades como esta se lleven a cabo de forma permanente para lograr cambios sustentables con el medio ambiente y perdurables en el tiempo.

Palabras clave: Huella hídrica, Educación ambiental, Hábitos de consumo, Escasez del agua, Conservación del agua.

Abstract

The water footprint (WF) is a multidimensional indicator that measures the direct and indirect water consumption of a person, organization, community or country in a given area at a specific time, which can be useful for future decision making. The objective of this work is to design a program to improve water consumption habits through the WF for the students of the Educational Institution Justiniano Echavarría of the Villanueva town, municipality of El Águila. This research was developed with a participatory action research (PAR) approach in a total of 120 students between 6th and 11th grade. In order to carry it out, a survey was applied in addition to a set of training activities. Direct WF is considered

high in 78% of the study population, by component, direct WF is mainly affected by continuous toilet use (97%) while indirect WF is mostly affected by meat consumption (87%). WF is higher in rural areas, and also higher in women than in men. The results of this intervention were positive, since it succeeded in creating social awareness in the intervened population by modifying inadequate behaviors regarding water use, which is why it is necessary to carry out activities such as this one on a permanent basis to achieve sustainable changes with the environment that will last over time.

Keywords: Water footprint, Environmental education, Consumption habits, Water scarcity, Water conservation.

Introducción

El agua es el origen y sustento de la vida en la Tierra y su importancia es proporcional a su presencia en los seres vivos y en el planeta. En este sentido se afirma que la masa de las células es más del 70% agua, Cooper y Hausman (2011) y que el planeta contiene unos 1386 millones de kilómetros cúbicos del líquido vital, Fundación Aquae (2020), pero advierte que, de esa cantidad, apenas el 0,007% es agua potable. Este porcentaje, de acuerdo con la United States Geological Survey (USGS), equivale a entre 12500 y 14000 kilómetros cúbicos de agua disponible para el consumo humano (Blanco de la Torre, 2017).

Es notable la diferencia entre la cantidad de agua total en la Tierra y el volumen disponible para el consumo humano. En vista del cambio climático, de la contaminación de los cuerpos de agua y la creciente demanda para los hogares y la agricultura, es fácil prever que el agua potable empiece a escasear (Pelegri et al., 2024). Se calcula que más de 2800 millones de personas sufren escasez de agua durante al menos un mes en el año (Forde et al., 2019) y según la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2019), al menos 2000 millones de personas en el mundo se surten de una fuente de agua contaminada con heces fecales.

Colombia no escapa a la tendencia mundial de desabastecimiento hídrico. Según el Estudio Nacional del Agua, realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2018), la deforestación y contaminación de las aguas en el país, acrecientan la situación. En el citado estudio, se utilizaron el índice de escasez y el índice de vulnerabilidad para definir la situación del recurso hídrico en cada municipio del país. El índice de escasez representa la demanda de agua como porcentaje de la oferta y el índice de vulnerabilidad de los sistemas hídricos mide la disponibilidad de agua para suplir la demanda de la población en cada ente territorial.

El análisis de resultados del Estudio Nacional del Agua mostró que siete municipios del país, cuya población suma 1,7 millones de habitantes, presentan un índice de escasez de agua alto, lo que significa que su demanda de agua es mayor que la oferta. Asimismo, se indica que aproximadamente 16 millones de colombianos, viven en municipios con vulnerabilidad hídrica media y alta (IDEAM, 2018). Si a esta situación, se le agrega la ausencia de tratamiento de las aguas residuales, que según Gómez-Duarte (2018), pone en riesgo de enfermedad al 64% de los colombianos, especialmente de las zonas rurales, entonces también es previsible una baja en la disponibilidad del agua dulce de calidad para todos los usos en el país.

La conexión entre agua y vida incluye el nexo indisoluble entre agua y actividades humanas, visto así, las consecuencias de la falta de agua no se limitan a la sed, sino que incluyen también todas las dimensiones del bienestar, la salud y el desarrollo económico. Según Torregrosa et al., (2019), el agua garantiza los servicios ecosistémicos de los que el hombre es el principal usuario. Para Sánchez y Manzano (2021) el agua, mantiene la dignidad humana y el no tener acceso a ella puede limitar sus opciones y su libertad quedando limitados por la pobreza, las enfermedades y la vulnerabilidad. Entonces podemos considerar que garantizar el suministro de agua de calidad, es primordial para el desarrollo sostenible.

Una acción emprendida a nivel internacional en pro de la humanidad y el ambiente, es la firma en el año 2000 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en donde los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas ONU, se comprometieron, a erradicar la pobreza y la degradación del ambiente para antes de 2015 (WHO, 2018). El objetivo número siete, se refiere a garantizar la sostenibilidad del ambiente y mejorar la accesibilidad al agua potable, el cual logró que para el año 2012, hasta el 90% de la población mundial obtuviera mejoras en la calidad del agua para el consumo (WHO, 2018). Los objetivos del milenio responden a la preocupación sobre el estado del recurso hídrico, cuya calidad, distribución, oferta y consumo necesitan ser cuantificadas con diferentes métodos, para así mismo garantizar su disponibilidad para las generaciones futuras (WHO, 2018). A nivel educativo es importante sensibilizar a las comunidades rurales en la conservación y preservación del agua y por ello el presente estudio, pretende articular la meta referente al agua expuesta en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, con una estrategia de comunicación sobre huella hídrica que permita un consumo racional del agua en la escuela y el hogar.

El concepto de la huella hídrica (HH) fue introducido por Hoekstra (2003), para formular un indicador que representara el impacto del consumo de agua dulce en las diferentes regiones del planeta (Aldaya et al., 2011). Este indicador permite conocer el volumen de agua necesario para la producción de todos los bienes y servicios que consumen y también comprender el impacto ambiental que genera este mismo consumo. Se muestran los volúmenes del uso del agua consumidos (evaporados), así como también las ubicaciones y momento del uso del agua. La HH se puede medir para individuos, grupos, instituciones, ciudades, países, etc. (Hoekstra, 2009).

La HH posee tres componentes de acuerdo a (Hoekstra et al., 2011), la huella hídrica azul, se refiere al consumo de los recursos de agua superficial y subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto; la huella hídrica verde que se refiere al consumo de agua de lluvia en la medida en que ya que no se convierte en escorrentía;

la huella hídrica gris que se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce necesario para asimilar la carga de contaminantes en función de las concentraciones naturales de fondo y de las aguas ambientales existentes según estándares de calidad.

El cálculo de la HH personal o del consumidor corresponde a la suma de su huella directa más la indirecta. La HH directa se refiere al consumo de agua y la contaminación causada por actividades como el aseo de personal, limpieza de la casa y el riego del jardín mientras que la HH indirecta se refiere al consumo de agua y a la contaminación del agua asociada con la producción de los bienes y servicios utilizados por el consumidor, por ejemplo, alimentos, ropa, papel, energía y bienes industriales consumidos (Hoekstra et al., 2011). La HH de los productos de consumo diario y la cantidad de agua usada en las actividades hogareñas, se pueden consultar en las tablas de huella hídrica, en donde se han consignado el volumen de agua utilizado para la obtención o fabricación de un bien de consumo o el agua que se gasta en una determinada actividad por unidad de tiempo (Hoekstra y Mekonnen, 2011). Por ejemplo, cuánta agua se necesita para producir un kilo de carne o cuánta agua se gasta al cepillarse los dientes.

La HH de cada producto, depende de las condiciones de producción en su lugar de origen. El tipo y cantidad de productos que las personas consumen, determina la huella hídrica de los conglomerados, así el patrón de consumo de cada comunidad, aporta en mayor o menor grado al gasto y contaminación del agua (Mekonnen y Hoekstra, 2011), por ello la organización Water footprint Network (2022), recomienda a las empresas promocionar la huella hídrica de sus productos, para que así las comunidades puedan evaluar la sostenibilidad de su consumo, al tiempo que se sensibilizan por el uso responsable del agua y obtienen el conocimiento que les permita exigir a sus gobernantes una buena administración del recurso hídrico, en lo que la misma organización llama el primer paso para ser un “buen ciudadano global del agua”. El cálculo de la huella hídrica personal se puede hacer introduciendo datos de consumo en

calculadoras web, las cuales muestran el volumen de agua, que las personas consumen tanto de forma directa como indirecta. Entre otras calculadoras se encuentran las elaboradas por las siguientes entidades o instituciones: Water-footprint, Fundacionaquae, GRACE Communications Foundation, Corporación Ambiental Empresarial (Caem) y la calculadora del Proyecto Huella de Ciudades.

El proyecto Huella de Ciudades asocia varios bancos y entidades de desarrollo con ciudades de Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Colombia para impulsar un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático. Los municipios participantes deben calcular su huella hídrica y de carbono, para así formular proyectos que les permitan disminuir dichos indicadores. La viabilidad y efectividad de los proyectos es evaluada periódicamente, en razón de su costo-beneficio (Huella de Ciudades, 2014).

En Colombia la sensibilización ambiental escolar es un deber legal, establecido tanto en la Constitución Política de Colombia de 1991, como en Política Nacional de Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional (MEN). Según la carta magna todas las personas tienen derecho a un “ambiente sano”, por ello el estado tiene la obligación de conservar la integridad del ambiente, fomentar la participación comunitaria y la educación (Colombia. Presidencia de la República, 1991, Art. 79) al tiempo que los colombianos deben proteger los recursos culturales y naturales del país (Colombia. Presidencia de la República, 1991, Art. 95).

En respuesta a lo anterior surge la Política Nacional de Educación Ambiental del MEN, la cual incluye a los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), como herramienta que permite identificar las problemáticas en el entorno de cada institución educativa y formular posibles soluciones. De esta manera la institución, realiza un aporte local para mejorar una problemática global. Según Roldán-Pérez et al. (2019), los PRAE deben considerar la interacción entre los componentes del sistema natural y del socio-cultural, dando cuenta de su evolución y posibilidades de transformación,

en términos de calidad de vida y sostenibilidad ambiental. Los PRAE buscan el cambio de actuación y actitud de la sociedad ante las problemáticas ambientales, cimentando el compromiso de los estudiantes con el cuidado y buena administración del agua. En las instituciones educativas la sensibilización hacia el uso racional del agua se hace mediante la transversalidad y por eso cada una incluye el PRAE en su respectivo Proyecto Educativo Institucional (PEI) (Holguín y Perdomo, 2016). Coinciden con la estrategia de los PRAE, Torregrosa et al. (2019) para quienes el cambio en la actitud que la sociedad tiene ante los problemas ambientales y del agua, se logra conceptualizándolos desde el nivel local pero siempre con una mirada global. Por ello promocionar un indicador ambiental como la huella hídrica, permite que las personas reconozcan el impacto que tiene su consumo sobre un recurso que ya empieza a escasear en todo el mundo.

Se encontraron varios antecedentes sobre el cálculo de la huella hídrica a nivel escolar y universitario, esta estimación permitió en las universidades reducir el consumo de agua y orientar a un mejor desempeño hídrico e institucional (Agua y Ciudad, Consultoría y Proyectos S.C., 2017), establecer la huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y herramienta para ejecutar actividades que sean amigables con el ambiente (Ortiz, 2018), usarlo como guía para buscar estrategias de gestión eficiente del agua, (da Silva et al., 2018), hacer un análisis de la conciencia social sobre el consumo de agua para su consumo eficiente (Gómez-Llanos et al., 2020), y promover una gestión comunitaria sostenible combinada con la cuantificación de otras huellas (Gu et al., 2018).

A nivel escolar, se hallaron experiencias sobre medición de la huella hídrica a través de la tecnología, concluyendo que motiva y permite transformar hábitos y asumir nuevos roles a favor del cuidado del río como fuente de agua de la ciudad (Castro y López, 2019). Por su parte, Venckute y Figueiredo (2017) reconocen también este indicador, como herramienta útil hacia un uso sostenible del agua. Dal-Farra et al., (2015) utilizaron una calculadora web

de la huella hídrica en una actividad que permitió a los jóvenes construir un pensamiento sistémico e implementar hábitos más reflexivos de consumo.

Asimismo, Pulido (2022) desarrolló una propuesta de aprendizaje basado en problemas ABP, que mediante una unidad didáctica y una WebQuest, integró el tema de huella hídrica al área de matemáticas y estadística en secundaria, pretendiendo un cambio de actitud y de consumo entre los jóvenes en el contexto del cambio climático, Pravena y Themudu (2021) capacitaron a los estudiantes en el cálculo de la huella hídrica, los cuales al final decidieron captar el agua de lluvia como una forma de consumo sustentable en su escuela.

A nivel regional, experiencias en campus universitario (Quijano Pérez et al., 2020) y colegios (Quijano Pérez et al., 2024) realizaron una jornada de medición de la huella hídrica personal usando una calculadora web, identificaron patrones de consumo entre los encuestados, los cuales, recibieron sugerencias y escribieron sus compromisos con el ahorro del agua. Arboleda et al. (2021) mediante un formulario virtual relacionaron variables como género y edad con nivel de consumo de agua lo que les permitió editar una cartilla sobre hábitos responsables de consumo de agua, con el fin de sensibilizar a la comunidad universitaria en uso y cuidado del recurso hídrico.

Por otro lado, Granados et al. (2016), implementaron una estrategia lúdico-pedagógica que, mediante la transversalidad, busca sensibilizar acerca del uso racional del agua en la escuela y además la incluyeron en el PEI de la institución educativa donde se hizo el estudio. Al no encontrar más estudios regionales que avalen la utilidad e importancia de la medición de la huella hídrica como herramienta para la sensibilización hacia el ahorro del agua a nivel de estudiantes de secundaria en el Valle del Cauca, consideramos importante realizar este estudio en una institución educativa pública del departamento y por lo tanto plantear la siguiente pregunta de

investigación: ¿Cómo desarrollar una estrategia para un mejor uso del agua en la Institución educativa Justiniano Echavarría del centro poblado Villanueva - El Águila - Valle del Cauca? Dado lo anterior, el estudio tuvo como objetivo principal: desarrollar una estrategia educativa sobre la huella hídrica que permita generar compromisos de uso eficiente del agua en la institución educativa I.E. Justiniano Echavarría, sede José María Córdova, ubicada en el centro poblado Villanueva municipio de El Águila Valle del Cauca.

Materiales y Métodos

El presente estudio involucra investigación acción participativa (IAP) de tipo transversal, mixto (cualitativo y cuantitativo). La IAP es un enfoque de investigación que reconoce los objetos sociales, su capacidad de gestión y acción en la transformación de los fenómenos sobre los que se investiga. Al mismo tiempo se reconoce como un enfoque político y ético capaz de reconocer a las comunidades y sus procesos organizativos en torno al proceso de estudio, en este caso asociado al recurso hídrico, su valoración y preservación (Rodríguez, 2020a). Por tanto, la perspectiva y método cualitativo de la IAP exige reconocer la capacidad transformadora de los sujetos, para ello se considera el desarrollo de encuentros colectivos que faciliten el diálogo, la socialización de la propuesta pedagógica, discusión conceptual y de apreciaciones acerca del uso eficiente del recurso hídrico.

El estudio también aplica el método cuantitativo, el cual de acuerdo con Hernández et al. (2014), consiste en la recolección de datos de tipo numérico para su posterior análisis y a partir del mismo determinar pautas de comportamiento o probar hipótesis previamente establecidas. En el caso de esta investigación se tomaron datos numéricos de los estudiantes a partir de una encuesta y del cálculo de la HH de cada uno de los participantes, datos que fueron sometidos a análisis para determinar la situación actual respecto al consumo de

agua y a partir de ahí plantear estrategias que permitan reducir la HH en cada uno de sujetos en estudio.

Área de Estudio

La investigación se desarrolló en la IE Justiniano Echavarría, sede José María Córdova, ubicada en el corregimiento Villanueva, municipio de El Águila, Valle del Cauca. El corregimiento hace parte de la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Tatamá y de la cuenca del río Cañaveral. La IE “Justiniano Echavarría” es humanista-constructivista y concede el título de bachiller técnico ambiental. Para el año 2019, la sede objeto de estudio contaba con 216 personas (200 estudiantes, 14 docentes y 2 administrativos). Para efectos de este estudio se tomó una muestra de 120 estudiantes de grado sexto a once.

Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información

Como fuentes de información se utilizaron las apreciaciones brindadas por los sujetos de estudio y los resultados obtenidos en el cálculo de la HH de los participantes y de la encuesta aplicada. Para recolectar las apreciaciones de los sujetos en estudio se utilizó la encuesta y las respuestas obtenidas posteriormente se analizaron como parte de los resultados de la investigación. Para obtener los datos numéricos se utilizaron los datos obtenidos del cálculo de HH en el sitio web Huella de ciudades (2014). La encuesta aplicada constó de 74 preguntas agrupadas en preguntas de tipo sociodemográficos, usos que la comunidad le da al recurso hídrico y, las acciones que estas personas están dispuestas a emprender para hacer un mejor uso del agua. Además, contenía un conjunto de preguntas con escala Likert donde las categorías utilizadas fueron Totalmente en desacuerdo (TD), En desacuerdo (ED), Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NAND), De acuerdo (DA) y Totalmente de acuerdo (TA) (Anexo 1).

Análisis de Datos Cuantitativos

Para analizar los datos obtenidos en la encuesta aplicada y en el cálculo de la HH, se utilizó el software estadístico R-4.2.2 y el programa ofimático Microsoft Excel con el que se obtuvieron promedios, valores porcentuales, se realizaron gráficos para poder tener una mejor comprensión de la información obtenida y también se realizaron las pruebas estadísticas de Wilcoxon (para los factores sexo y ubicación) y Kruskal Wallis (para el factor grado escolar), para determinar el nivel de significancia en relación de las variables analizadas. Todas las pruebas se valoraron a un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$).

Actividades Realizadas con la Comunidad Educativa

Reunión de capacitación sobre la importancia del cuidado del agua denominada “Jornada de la HH”

A esta jornada de capacitación asistieron 165 padres de familia, los cuales fueron divididos en cuatro subgrupos y ubicados en diferentes salones. Se realizaron cuatro actividades con los asistentes, a saber (Anexo 2, Anexo 3):

Exposición y Reflexión

Para llevar a cabo esta actividad se les facilitó a los asistentes materiales como pliegos de papel bond y marcadores y se asignaron temas relacionados con el recurso hídrico (uso y valor del agua, problemáticas del agua en su región). Se les pidió que realizaran una cartelera con los materiales y posteriormente expusieran sus ideas al respecto.

Proyección del Video “La fábrica del agua”

En esta actividad se proyectó el video mencionado anteriormente con el fin de demostrar la importancia del agua desde su origen.

Exposición sobre la HH

En esta actividad se presentaron por parte de los investigadores, los principales conceptos relacionados con la HH, su importancia y su utilidad para tomar conciencia acerca de los hábitos de consumo de agua.

“Sentir el agua”

Para esta actividad de cierre de la jornada, se reunió a todos los asistentes en el patio del colegio donde se llenaron cuatro recipientes con agua. Se pidió la colaboración de 16 voluntarios que se dividieron en cuatro grupos. Posteriormente se pidió a cada grupo sentarse alrededor de un recipiente y, mientras tenían los ojos cerrados, sumergir los brazos lentamente dentro del recipiente, pidiéndoles que “sintieran” el agua.

Jornada de Toma de Datos para el Cálculo de la HH

Esta jornada también fue llevada en contexto de pandemia por COVID 19, debido a esto, la toma de los datos se realizó en seis días hábiles, respetando el distanciamiento y aforo, se encuestó a los estudiantes en grupos de 5 personas, que ingresaron a la sala de computadores para calcular su HH personal en la calculadora web “Huella de Ciudades” y luego aportar este dato junto con las demás respuestas a la encuesta sobre consumo de agua diseñada por los investigadores.

Lanzamiento de Página de Facebook “Huella Hídrica en Villanueva”

Esta reunión se llevó a cabo bajo el contexto de la pandemia de covid-19 y debido a la modalidad virtual de la misma y los problemas de conexión debido a lo apartado de la zona, la asistencia fue significativamente baja, aunque igualmente fue posible compartir parte de los resultados de la HH y reforzar los conocimientos previamente expuestos. Se realizaron dos Entrevistas no estructuradas para evaluar las

actividades realizadas en la institución y los compromisos de los estudiantes con el recurso hídrico (Anexo 3). Ahora bien para la Jornada de retroalimentación acerca de la capacitación sobre HH, se realizó un refuerzo a los conceptos presentados al inicio y una retroalimentación respecto a dudas e inquietudes de los asistentes.

Resultados y Discusión

Resultados Cualitativos

Como resultado de la actividad relacionada con las exposiciones por parte de la población objeto de estudio, es posible señalar las ideas principales presentadas por cada uno de los grupos: El agua es un elemento muy importante para el desarrollo de la comunidad, para todo el planeta y para la ejecución de casi todas las actividades diarias; actividades como la reforestación, no arrojar desechos a los ríos y utilizar de forma más eficiente el agua permitirán que este recurso pueda asegurarse para próximas generaciones. Los participantes realizaron apreciaciones con relación a la importancia del agua como la siguiente *“el agua es un recurso maravilloso. es el principio y el fin, es un líquido sagrado, realizan afirmación del agua tales como; si no hay agua no hay vida, se necesita para los árboles y para todo lo que hacemos en casa”*. Con relación a las problemáticas del agua en su región, actualmente existen grandes niveles de contaminación en los ríos de la comunidad debido primordialmente que se arrojan desechos a estas fuentes continuamente, se vierte sobre ellos jabón, agua sucia y otras sustancias contaminantes que afectan la calidad del agua para su uso cotidiano. La comunidad indicó que existe poca conciencia de la contaminación de este recurso en la zona y que esto conlleva a problemas de contaminación, situación también es una oportunidad de mejoramiento puesto que son conscientes de algunas prácticas inadecuadas para el cuidado del agua.

Con la exposición sobre la HH varios asistentes infirieron el grave hecho de deforestar y contaminar las fuentes de agua, pues ello

atenta contra la supervivencia misma del hombre. En este sentido algunos participantes indicaron a manera de queja que “Existe poca acción comunitaria para la preservación del agua a consecuencia del desinterés por el ambiente y a la ausencia del estado, el cual no brinda medios de sustento al campesinado local, quienes, a su vez, por necesidad económica, se ven obligados a depredar la naturaleza, como es el caso de los productores de carbón vegetal del corregimiento”. Además, para la comunidad resultó llamativo el darse cuenta que la actividad agropecuaria a la cual se dedica la mayor parte de la población de Villanueva es la que utiliza el mayor porcentaje de agua, comparada con la industria y el uso doméstico. En este sentido coinciden que es necesario tomar consciencia sobre la necesidad de cuidar el agua para que de este modo pueda asegurarse el suministro para las generaciones presentes y las futuras.

La mayoría de los participantes reconocen el valor que tiene el agua, pero también reconocen que en la comunidad no se cuida como debería ser, en la socialización indicaron que no conocían el concepto de huella hídrica que era nuevo para ellos y les sorprendió el conocer la huella hídrica de elementos que para ellos son tan simple como una taza de café. Además, después de esta exposición algunos de los participantes en entrevistas cortas manifestaron su compromiso por realizar acciones como recoger los desechos que hayan sido arrojados a los ríos, reducir el consumo de carne y, en general, hacer un uso racional del agua.

De otro lado, la exposición del video “La fábrica del agua” permitió sensibilizar a los asistentes acerca de la probabilidad de enfrentar una sequía en cualquier momento, inquietud que la misma comunidad indicó percibir algunas veces. Finalmente, se realizó la actividad “sentir el agua” y al final de la misma se preguntó a cada uno de los voluntarios cuales fueron sus sensaciones y evocaciones al tocar el agua, algunas de las respuestas fueron: frescura, alegría, tranquilidad, naturaleza y otros dijeron que habían recordado la niñez.

Resultados Cuantitativos

Se presentan a continuación los resultados de la encuesta aplicada, así como la información obtenida con los datos de la HH de cada uno de los participantes, vale aclarar que en la recolección de esta información participaron únicamente los estudiantes que se habían seleccionado previamente para la muestra.

Características Sociodemográficas

La edad de los participantes en promedio fue de $14.,3 \pm 2,0$ años. Al verificar por sexo, es posible notar que la población femenina es mayor levemente entre la población objeto de estudio 51,7%, asimismo, la mayor cantidad de estudiantes se concentran en los grados 7°, 8° y 10° (70 estudiantes) y, del total, el 83,3% vive con entre 2 y 6 personas en su núcleo familiar. De otro lado, más de la mitad de ellos vive en el Centro Poblado Villanueva (55%), estos y otros datos se presentan en la tabla 1 que se muestra a continuación.

Tabla 1.

Características sociodemográficas de la población.

Variable	Cantidad	%	Variable	Cantidad	%
Sexo			Ubicación		
Femenino	62	51,70%	Centro Poblado Villanueva	66	55,00%
Masculino	58	48,30%	Vereda	49	40,80%
Edad (años)			Otro	5	4,20%
Mínimo	11		Número de personas que habitan con el estudiante		
Media	14,3		1	6	5,00%
Desviación	2		2	16	13,30%
Máximo	20		3	25	20,80%
Grado Escolar			4	27	22,50%
6	18	15,00%	5	21	17,50%

Variable	Cantidad	%
Grado Escolar		
7	22	18,30%
8	25	20,80%
9	18	15,00%
10	23	19,20%
11	14	11,70%

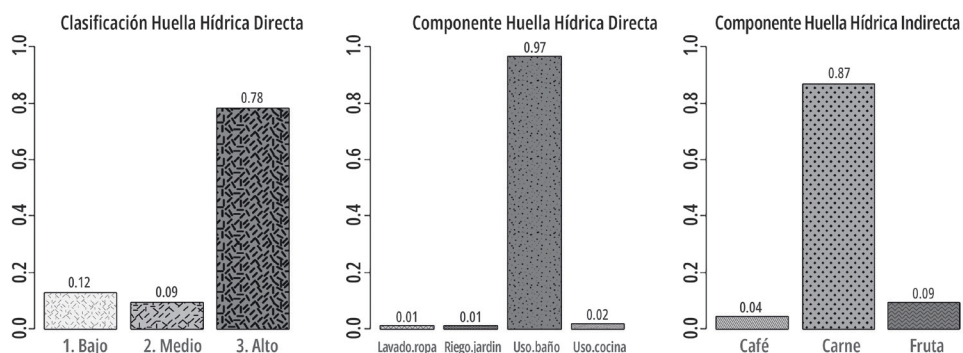
Variable	Cantidad	%
Número de personas que habitan con el estudiante		
6	11	9,20%
7	8	6,70%
8	4	3,30%
9	1	0,80%
12	1	0,80%

Resultados sobre HH

En este apartado se muestra la información obtenida a partir de los datos del cálculo de la HH. De acuerdo al análisis de los datos de HH, la misma dentro de la comunidad estudiantil se considera alta en el 78% de los estudiantes, esto significa que el consumo de agua, ya sea de forma directa o indirecta es abundante entre la población. En ese sentido al analizar los componentes de dicha HH entre los estudiantes es posible notar que estos contribuyen de forma directa a su HH principalmente al usar el baño de forma recurrente, en tanto que, actividades como lavar ropa o cocinar tienen un impacto mucho menor. De otro lado, al revisar por componentes indirectos, el mayor uso de agua lo genera el consumo de carne, estos datos se muestran en la figura 1 que se presenta a continuación.

Figura 1.

Distribución de la clasificación y componente de la huella directa e indirecta



De otro lado, al analizar la forma en que se distribuyen los diferentes componentes de HH entre la población (Figura 2), se observó que el consumo es mayor en los tres componentes (directa, indirecta y total) en el área rural y en general en las mujeres que en los hombres; sin embargo, los valores de consumo entre ubicación no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$), no así en el consumo respecto al sexo donde sí fue posible verificar variaciones importantes al respecto ($p < 0,05$). En lo relativo al consumo por grados, el mayor consumo lo realiza el grado 6 en HH directa, mientras que, en la indirecta y total, el mayor consumo lo realiza el grado 9, sin embargo, en este caso, las diferencias entre valores de consumo no presentaron ser estadísticamente significativas (Tabla 2).

Figura 2.

Distribución de los puntajes de huella hídrica directa, indirecta y total, por factor: sexo, grado escolar y ubicación.

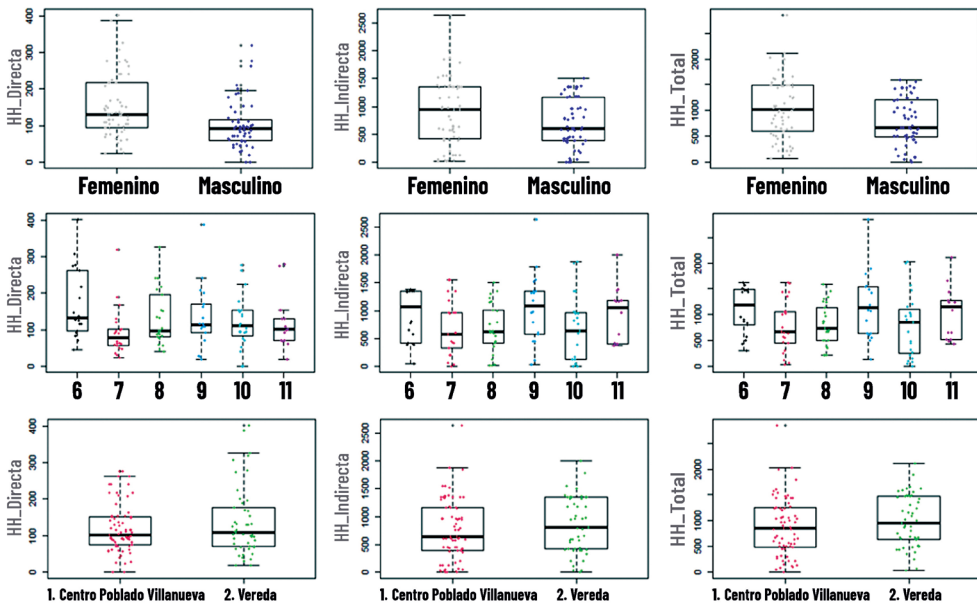


Tabla 2.

Pruebas de significancia para los puntajes de huella hídrica directa, indirecta y total por factor (sexo, grado escolar y ubicación).

Factor	HH Directa		HH Indirecta		HH Total	
	Media (Desviación)	Estadístico / p-value	Media (Desviación)	Estadístico / p-value	Media (Desviación)	Estadístico / p-value
Sexo						
Femenino	152,0 (85.1)	w = 2528 p = 0,0001*	901,7 (592,5)	w = 2197 p = 0,0361*	1053,7 (583,0)	w = 2294 p = 0,0093*
Masculino	101,1 (65.6)		691,1 (441,4)		792,2 (449,8)	
Grado escolar						
6	171,1 (97.2)		924,1 (472,3)		1095,2 (450,1)	
7	93,5 (65.6)		688,2 (491,0)		781,8 (499,0)	
8	132,2 (74.6)	Chi-2 = 10,77 p = 0,0559	683,6 (439,2)	Chi-2 = 8,87 p = 0,1143	815,8 (404,6)	Chi-2 = 10,18 p = 0,0703
9	133,7 (88.8)		1054,3 (641,5)		1187,9 (644,7)	
10	120,8 (71.0)		662,2 (576,8)		783,0 (608,4)	
11	118,8 (74.8)		922,5 (507,6)		1041,3 (506,4)	
Ubicación						
Centro Poblado	121,7 (66.7)	w = 1532 p = 0,6327	781,0 (558,2)	w = 1459 p = 0,3745	902,7 (563,4)	w = 1409 p = 0,2417
Vereda	139,0 (96,0)		856,3 (504,4)		995,3 (501,6)	

*P-value < 0,05

Resultados de la Encuesta

Los datos obtenidos en la encuesta demuestran que las actividades cotidianas que se realizan con más frecuencia, aumentando con ello el consumo agua son lavarse los dientes, las manos o el rostro que en promedio se realizan 2 veces (24,73%), tres (37,2%) y más de tres veces al día (27,23%). Del mismo modo, otras actividades o hechos que también generan un fuerte impacto en los niveles de agua que consumen los estudiantes son no contar con un sistema ahorrador de agua en el lavamanos (85,8%), no contar con sistema ahorrador en la ducha (70,8%), vaciar el tanque del baño entre 2 y 4 veces al día (75%),

tomar entre una o dos duchas diarias (89,1%) y demorar esta actividad entre 5 y 20 min (68,3%).

De otro lado, respecto a las preguntas con escala de Likert, si bien los encuestados son conscientes de la gran cantidad de agua que utilizan para sus actividades cotidianas, se consideraron de acuerdo principalmente con la realización de tareas agrícolas o propias del área rural que necesitan agua para ser llevadas a cabo, y que constituyen la fuente de sustento de la mayor parte de la población del lugar. De este modo, los estudiantes dijeron estar de acuerdo con actividades como lavado de café (63,3%), lavado de corrales de animales (56,7%), cría de animales y ganadería (53,3%). Asimismo, y al margen de las labores propias de sus actividades de trabajo también mostraron aceptación de actividades como lavar andenes y calles (58,3%) y trabajos de construcción en la zona (61,6%). Sin embargo, sí mostraron inconformidad al ser preguntados por la necesidad de talar árboles para la construcción de carboneras (57,5%), mientras que a la pregunta sobre la necesidad de lavar vehículos la respuesta fue dividida entre los que se mostraron de acuerdo y los que no (50% cada opción) (Tabla 3).

Tabla 3.

Respuestas a las preguntas tipo Likert. Totalmente en desacuerdo (TD), En desacuerdo (ED), Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NAND), De acuerdo (DA) y Totalmente de acuerdo (TA).

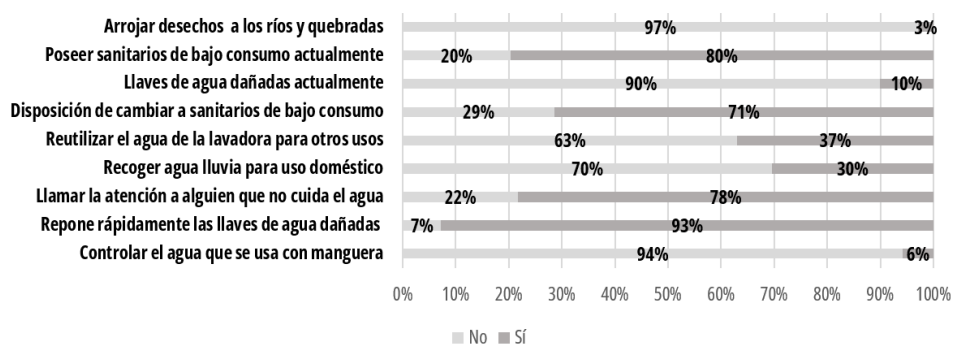
Categoría	Actividad						
	Lavado de vehículos	Lavado del café	Lavado de corrales para animales	Tala de la vegetación para carboneras	Cría de animales y ganadería	Construcción	Lavado de andenes y calles
TD	12,5%	4,2%	5,0%	19,2%	6,7%	4,2%	7,5%
ED	10,0%	10,0%	15,0%	18,3%	10,8%	9,2%	15,0%
NAND	27,5%	22,5%	23,3%	20,0%	29,2%	25,0%	19,2%
DA	38,3%	48,3%	42,5%	25,0%	35,0%	45,8%	35,8%
TA	11,7%	15,0%	14,2%	17,5%	18,3%	15,8%	22,5%

Acciones de Mejora

Como resultado de la situación anterior, la población en estudio resaltó, además, algunas acciones que están dispuestos a llevar a cabo para tratar de mejorar la situación respecto al uso del agua, así como de acciones que están empezando a implementar para disminuir la HH. Así, por ejemplo, acciones como reemplazar los sanitarios utilizados actualmente por unos de alto consumo, es algo que más del 70% de las personas están dispuestas a hacer (Figura 3), del mismo modo, el llamado de atención a alguien que está usando el agua de forma irresponsable también es una práctica común entre la población, a fin de crear consciencia sobre la necesidad de ser cuidadosos con el recurso hídrico (78%).

Figura 3.

Acciones realizadas para utilizar de forma más eficiente el agua.



Propuesta de Educación sobre Huella Hídrica y Manejo Eficiente del Recurso Hídrico

La propuesta educación sobre HH y uso racional del agua en la IE Justiniano Echavarría se realizó teniendo en cuenta la misión y visión de la institución según la cual, la misma se propone convertirse en una institución educativa líder en educación ambiental, formando líderes emprendedores, que generen proyectos productivos de impacto por el mejoramiento de la calidad de vida, el manejo sustentable y

el desarrollo sostenible de la zona, optimizando las instalaciones y expandiendo en todas las sedes el uso de las TIC, convirtiéndose en la mejor opción para los jóvenes.

Esta propuesta también se plantea considerando que la educación ambiental es un proceso que permite generar cambios en la actitud, los valores y saberes de una población en específico, para así transformar la realidad de su territorio. Esto se logra a partir de reconstruir la relación entre la sociedad y su ecosistema, para el mejoramiento de la calidad de vida de cada una de estas partes. Por lo que es necesario incluir un análisis integral y sistémico de todos los componentes sociales, naturales y culturales, del territorio, en toda acción que busque concientizar o sensibilizar a una población para adelantar una transformación de sus comportamientos.

Al identificar de forma integral los aspectos y características del entorno, pero sobre todo las relaciones que allí se presentan, permite que los cambios proyectados se centren en identificar aquellas que están generando afectaciones al ambiente. De este modo se presenta entonces en el Anexo 3, la propuesta de contenidos ambientales que pueden ser incluidos de forma transversal en la educación de los estudiantes de la institución en estudio.

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran la importancia que tiene el agua para la población en estudio, y, por ende, la necesidad de usarla de forma eficiente y racional para garantizar el suministro en la actualidad y en el futuro. Del mismo modo, los datos permiten determinar que la comunidad educativa contaba en un principio con nociones básicas acerca de la importancia del agua, pero aún no conocían conceptos más específicos como la HH, por lo cual no eran conscientes de la forma en que su uso del agua afecta de manera directa o indirecta a las reservas hídricas no solo del lugar donde viven sino también del mundo entero. Estos hechos dejan en evidencia, además, la necesidad de realizar continuamente procesos de educación y capacitación en pro de generar un cambio palpable en el uso que la comunidad hace del agua actualmente y que las acciones

positivas que se emprendan perduren y se conviertan en hábitos entre las personas que capacitadas en el tema.

Respecto a la necesidad de educar a la población sobre temas ambientales, diversos trabajos han sido desarrollados en comunidades educativas en diversos países latinoamericanos con resultados semejantes a los obtenidos en esta investigación, así, por ejemplo, el trabajo de Perkins y Calixto (2019), desarrollado sobre un grupo de estudiantes de 1° a 3° grado, logró generar una mayor conciencia ambiental en los niños que en principio realizaban algunas prácticas ambientales debido al enfoque de la institución educativa, sin embargo, no sabían por qué las realizaban ni eran conscientes de su importancia; así, por medio de actividades lúdicas, los niños aprendieron qué es la HH y su importancia, entre otros conceptos; estos nuevos conocimientos generaron cambios positivos en los estudiantes, principalmente en los de 2° grado.

En el mismo sentido, Olivera (2019) en Perú, aplicando encuestas de percepción y la identificación de los principales problemas de la IE, logró aplicar acciones correctivas a dichos problemas en conjunto con niños de primaria y secundaria. En Colombia se han desarrollado diversos trabajos en comunidades educativas de escuelas para capacitar a los estudiantes en temas ambientales, como los de Granados et al. (2015), Mojica et al. (2019), Rivas (2020), Hernández y Vargas (2021), Tovar y Timana (2022); todos enfocados en estudiantes de primaria y secundaria, para formar conciencia y generar acciones positivas hacia el uso del agua y el cuidado general del medio ambiente.

En la mayoría de los trabajos señalados anteriormente, los autores utilizaron metodologías similares a las utilizadas en esta investigación con aplicación de encuestas, actividades lúdicas, exposición de temas, etc. y los resultados de esos autores y de esta investigación reflejan la necesidad de capacitar a la sociedad al respecto (Mojica et al., 2019), porque aunque las personas muestran cierta preocupación sobre el cuidado del recurso hídrico no se traduce en acciones concretas para

disminuir el consumo de agua o usarlo racionalmente (Carrillo et al., 2022). Por lo tanto, a partir de los datos obtenidos en este y otros trabajos, es evidente que la humanidad da cada vez más importancia al cuidado de los recursos hídricos y de los ecosistemas.

Es importante señalar, además, que la educación ambiental no ha sido únicamente impartida en estudiantes de nivel básico y secundario pues diversos trabajos de esta índole se han llevado a cabo en comunidades universitarias con la misma finalidad: Crear una cultura de cuidado ambiental y/o conocer la situación actual acerca del uso de los recursos para tomar acciones correctivas al respecto. Esto último es especialmente importante si se considera que, de acuerdo con los resultados obtenidos por Carrillo et al. (2022), los estudiantes universitarios muestran una gran consciencia ambiental y preocupación por la escasez de agua, pero dicha percepción se relaciona únicamente con el microentorno en el que se desenvuelve la persona y por la misma razón no existe un cambio en las actitudes de consumo de agua, puesto que los efectos de la escasez no se dimensionan a escala global.

Algunas instituciones de educación superior de Brasil, Ecuador y Colombia han llevado a cabo investigaciones relacionadas con la HH en las comunidades universitarias correspondientes, para el caso brasileño los investigadores en ambos casos encontraron que, en las poblaciones estudiadas, la HH directa es mayor que el promedio mundial y mayor que la de Brasil (Scarpat y Akira, 2017; da Silva et al., 2018) en tanto que la HH indirecta fue mayor para productos como carne, vegetales y frutas, estos datos de acuerdo con da Silva et al. (2018), están influenciados por variables como el ingreso familiar anual ya que, a mayor ingreso mayor consumo y por ende, mayor HH total, debido a estos datos los autores apuntan la urgente necesidad de implementar medidas de mitigación del consumo de agua y señalan la importancia del análisis de la HH para determinar qué tipo de acciones correctivas llevar a cabo (Scarpat y Akira, 2017; da Silva et al., 2018).

De forma consistente con los datos obtenidos en Brasil, las investigaciones en Ecuador, además de calcular la HH en dos campus universitarios, agregan otras variables que influyen en la misma como el nivel educativo de los individuos, el sexo y el tamaño de las familias y apuntan también a realizar cambios profundos en los hábitos de consumo (Guamán y Illares, 2019; Mancheno, 2020). La presente investigación coincide en los resultados con los estudios realizados por Quijano et al. (2020) y Arboleda et al. (2022), quienes encontraron que, así como en este estudio la huella hídrica es mayor en mujeres que hombres, y además es mayor en personas que habitan zonas urbanas comparadas con las zonas rurales, lo anterior está relacionado con los hábitos y costumbres de consumo de estos grupos poblacionales, y por lo tanto podrían llegar a ser indicadores importantes en las estrategias del consumo del recurso hídrico.

Del mismo modo, los trabajos colombianos han seguido la misma línea de los anteriores, al identificar la HH se ha podido determinar qué acciones deben seguirse para reducir su valor (Tibaquirá, 2019; Ibarra et al., 2020; Becerra y Urrego, 2021). Al margen del ámbito académico algunos trabajos similares han sido desarrollados en comunidades colombianas identificándose graves problemas de acceso al recurso hídrico (Delgado et al., 2017), altos niveles de contaminación en ríos importantes como el Bogotá (Ivanova y Parra, 2020) y fallas en la implementación de programas de educación ambiental (Plata y Ibáñez, 2020).

A nivel investigativo de acuerdo con los datos recopilados por Marlés y Correa (2021), Colombia es el país que más trabajos ha desarrollado sobre educación hídrica (enfaticado en procesos de enseñanza-aprendizaje). Sin embargo, los autores consideran que dicha situación se debe principalmente a las políticas impuestas a este respecto, aunque en la práctica los resultados no han sido los esperados. En este rubro otros países que acompañan a Colombia en cantidad de investigaciones son Australia, Marruecos, Brasil, Países Bajos, México y España. Mientras que, en los trabajos relacionados con cultura de cuidado ambiental los países que más aportes han

hecho son México, Nueva Zelanda y España. Para Marlés y Correa (2021), más allá de las investigaciones a nivel teórico-práctico, es necesario involucrar a las poblaciones en los procesos de formación e identificar la responsabilidad de todos los involucrados en el cuidado del agua para lograr cambios de actitud significativos (Quijano Pérez et al., 2024a; Quijano Pérez et al., 2024b).

De acuerdo con Gómez et al. (2020), la percepción del consumo del agua no se trata solamente del consumo directo, por lo tanto, a fin de generar consciencia es necesario considerar siempre el consumo indirecto, de ahí que el conocimiento de la HH sea una herramienta eficaz para crear programas de manejo sostenible del agua y permita enfatizar en los consumidores el impacto ambiental ocasionado por los hábitos de consumo. Lo anterior se vuelve especialmente significativo si se tiene en cuenta que, en muchos casos, los consumos indirectos tienen un mayor impacto que los directos, así por ejemplo, la obtención de un kg de carne de res necesita 16 mil litros de agua, 1 camisa de algodón de 500 gr necesita para su fabricación 4 mil litros de agua, en tanto que una taza de café requiere 140 litros de agua, dado lo anterior, se estima que la industria usa aproximadamente el 20% de total del agua de fácil acceso (Fernández, 2013; Rodríguez, 2020b).

Y es que la situación acerca del agua a nivel mundial se vuelve aún más preocupante si a los datos anteriores se suma el agua que se pierde por causa de tuberías rotas, fugas o conexiones ilegales puesto que, en estos casos, las compañías abastecedoras no recuperan ese costo del agua y por lo tanto además de perder el recurso hídrico, implica pérdidas económicas ya que este costo no puede ser trasladado a los consumidores. En este rubro se estima que en América Latina las pérdidas equivalen al 45% del agua perdida, en el mundo la cifra alcanza los 32 billones de m³ y en Colombia la cifra de pérdida ronda entre el 33-43% del agua (Bueno et al., 2020). Toda esta situación provoca, por tanto, que exista gran escasez en zonas muy específicas del planeta (Bueno et al., 2019).

En vista de los datos anteriores autores como Vargas et al. (2020), se muestran de acuerdo con la postura adoptada por Gómez et al. (2020), acerca de la gran utilidad que ofrece la HH para tomar decisiones de cara a entender la gestión adecuada de este recurso en un territorio que cuenta con una gran intervención antrópica, Además Vargas et al. (2020), añaden que la HH permite dimensionar el impacto causado por el mal uso del agua en un terreno y tiempo específico, reconociendo de este modo la importancia estratégica de los ecosistemas como proveedores principales de fuentes de agua. Para estos autores cuando la HH es evaluada desde la perspectiva del consumo, es posible identificar puntos críticos y acciones que pueden ser llevadas a cabo donde conviven diferentes grupos con intereses incluso contrapuestos respecto al agua y de este modo garantizar una distribución y conservación equitativa de este valioso recurso.

Conclusiones

El escenario actual respecto a la reservas de agua que hay en el planeta exigen una pronta respuesta de parte de la humanidad para garantizar el suministro para las generaciones actuales y las futuras, dicha respuesta implica una serie de acciones que permitan por un lado, tomar consciencia en cuanto al uso racional que debe hacerse en cada actividad que involucre el recurso hídrico y con ello encaminar acciones que se conviertan en hábitos sustentables con el medio ambiente, y, por el otro, reducir los niveles de contaminación de las fuentes de agua actuales para asegurar su perdurabilidad por mucho tiempo a fin de que el suministro existente sea de la calidad necesaria para permitir el desarrollo de las actividades humanas en equilibrio con la naturaleza.

Los datos obtenidos en esta investigación y los encontrados por otros autores permiten inferir que, a nivel de consciencia social, las personas saben que la situación de agua en el mundo es crítica debido a los factores antes expuestos, sin embargo, dicha percepción en la mayoría de los casos no se corresponde con las acciones ejecutadas en cuanto al uso del agua porque persiste aún un uso inadecuado del

recurso hídrico. Es entonces que el conocimiento y la aplicación de herramientas como la HH permiten demostrarles a las poblaciones sobre las que se aplica, las dimensiones que alcanzan acciones tan cotidianas y realizadas a diario como tomar un baño, y entonces a partir de dicho conocimiento e información las personas pueden comenzar a obrar de forma más racional al usar el agua.

Si bien el país ha avanzado en materia legislativa acerca del medio ambiente, dicha legislación aún está muy lejos de convertirse en una realidad plenamente aplicada al medio ambiente colombiano, y es que, como bien se ha señalado anteriormente, más allá de las investigaciones y leyes creadas al respecto, es una cuestión de asumir la responsabilidad que existe sobre los seres humanos respecto al uso y cuidado del agua, puesto que, como se ha indicado antes, solamente hasta comprender que la responsabilidad es compartida se podrá entonces emprender los programas necesarios y realizar los cambios de actitudes que el planeta requiere. Los resultados de esta intervención fueron positivos, toda vez que logró crearse consciencia social en la población intervenida al modificar conductas inadecuadas respecto al uso del agua, debido a ello, es necesario que actividades como esta se lleven a cabo de forma permanente para lograr cambios sustentables con el medio ambiente y perdurables en el tiempo.

El presente estudio es pertinente en las diferentes instituciones educativa debido al enfoque transversal de su propuesta, el cual está estipulado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia y se puede articular a las diferentes mallas curriculares. Por lo anterior, se recomienda la aplicación de la propuesta contenida en nuestro trabajo en las demás instituciones educativas de la región y la inclusión del indicador de Huella Hídrica en sus PRAE, ya que la transversalidad permite a la escuela guiar a toda la comunidad educativa a realizar una inspección real de su entorno, llevando a sus miembros a reconocer el impacto que sus hábitos generan sobre el ambiente. Así los compromete a emprender acciones en pro del ambiente, que, aunque parezcan sencillas, si son emprendidas por

todo un conglomerado representan un aporte significativo en el mejoramiento del ambiente y de la calidad de vida en cada lugar donde se aplique dicho enfoque.

Referencias

- Agua y Ciudad, Consultoría y Proyectos S.C. (2017). Cálculo de huella hídrica. Desarrollo metodológico y aplicación al Centro Universitario de Los Altos (CUALTOS) de la Universidad de Guadalajara. Recuperado de http://www.sostenible.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/calculo_de_huella_hidrica._metologia_cualtos.pdf
- Aldaya, M., Niemeyer, I. y Zarate, E. (2011). *Agua y globalización: retos y oportunidades para una mejor gestión de los recursos hídricos*. Doi:102204/ag.econ.186934.
- Arboleda, D.A, Reyes, J. E, Quijano, S.A, y Alvear, C.A. (2022). La Huella Hídrica como estrategia educativa para el consumo responsable del agua en la Universidad Santiago de Cali. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 48(2), 131-158. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052022000200131>
- Becerra, L.N. y Urrego, P.V. (2021). *Cálculo de la huella de carbono e hídrica para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada sede campus, Cajicá, Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repository unimilitar. <http://hdl.handle.net/10654/38524>
- Blanco de la Torre, F. (2017). Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución. *Cuadernos de estrategia*, (186), 21-70.
- Bueno, D., Monroy, E. y Zafra, C. (2020). Análisis de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento urbano del municipio de Facatativá, Colombia. *Tecnura*, 24(63) 73-87. <https://doi.org/10.14483/22487638.15333>

- Carrillo Quiroga, P., Gómez de la Fuente, M. D., Chacón Hernández, J., y Santoyo Caamal, M. L. (2022). Percepción de la conservación del agua en estudiantes universitarios de Tamaulipas, México. Un análisis interdisciplinario. *Región y Sociedad*, 34 e1575. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1575>
- Colombia. Presidencia de la República. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá.
- Cooper, G. y Hausman, R. (2011). *La célula*. 5.^a ed. Madrid: Editorial Marban.
- Dal-Farra, R. A., da Costa, J. O., de Souza Proença, M., Assumpção, R., y Lopes, L. A. (2015). *Reflection: water footprint calculator, education and systemic thought with high school Brazilian students*. International Institute of Informatics and Systematics. https://www.iiis.org/CDs2015/CD2015IMC/ICSIT_2015/PapersPdf/EB277UH.pdf
- Delgado, S.M., Trujillo, J.M., y Torres, M.A. (2017). Gestión del agua en comunidades rurales; caso de estudio cuenca del río Guayuriba, Meta-Colombia. *Luna Azul*, 1(45), 59-70.
- Forde, M; Izurieta, R; Ôrmeci, B; Arellano, M. y Mitchell, K. (2019). *Calidad del Agua en las Américas: riesgos y oportunidades*. Editorial IANAS.
- Fernández, M.A. (2013). Huella hídrica, agua virtual: Conceptos clave para pensar el recurso hídrico. *Questión*, 1(40). 1-8.
- Fundación Aquae. (2020). *Datos interesantes de la distribución del agua en la Tierra*. <https://www.fundacionaquae.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/>
- Gómez-Duarte, O. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista de la Facultad de Medicina*. 66 (1), 7-8. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>

- Gómez-Llanos, E; Durán-Barroso, P. y Robina-Ramírez, R. (2020). Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept. *Science of The Total Environment*, 721(1), 137743. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137743>
- Granados, L., Holguin, V.H. y Perdomo, M.J. (2015). *Diseño de un proyecto de ahorro y uso eficiente del agua, como estrategia que sensibiliza en el cuidado del recurso hídrico, a los estudiantes de la Institución Educativa Juan Pablo II del municipio de Palmira, Valle* [Tesis de especialización]. Fundación Universitaria Los Libertadores. Cali, Colombia. <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/386>
- Gu, Y; Wang, H; Robinson, Z; Wang, X; Wu, J; Li, X; y Li, F. (2018). Environmental footprint assessment of green campus from a food-water-energy nexus perspective. *Energy Procedia*, 152, 240-246. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.09.109>
- Guamán, D.E. y Illares, F.R. (2019). *Análisis de la huella hídrica en el campus de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca mediante el uso de redes de telemetría*. [Trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17729>
- Hernández, C. y Vargas, C. (2021). Agua y procesos de educación ambiental en Bogotá. *Revista Educación y Ciudad*, 40, 49-63. <https://doi.org/10.36737/01230425.n40.2021.2456>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.ª ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. pp.4.
- Hoekstra, A. (2009). *A Comprehensive Introduction to Water Footprints*. Water Footprint Network. https://www.pseau.org/outils/ouvrages/waterfootprint_comprehensive_introduction_to_water_footprints_en.pdf

- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. y Mekonnen, M. M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.
- Hoekstra, A. y Mekonnen, M. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577 – 1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>
- Huella de ciudades (2014). *Cambio climático y ciudades*. <http://www.huelladeciudades.com/huella-hidrica.html>
- Ibarra, M., Herrera, R. y Ortega, V. (2020). Control estadístico del consumo de agua en la Universidad del Atlántico: diseño sistema de monitoreo sistema de gestión ambiental. *Informador Técnico*, 84(1), pp 100-113. <https://doi.org/10.23850/22565035.1756>
- IDEAM (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018* (p. 452). Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ivanova, Y. y Parra, S.Y. (2020). Impacto de las obras de plantas de tratamiento de aguas residuales sobre el río Bogotá con la metodología de la huella hídrica, *Ingeniare*, 2(29), 73-84. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.29.7436>
- Mancheno, A.C. (2020). *Estimación de la huella hídrica personal y sus implicaciones socioeconómicas en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito año 2019*. PUCE – Quito [Tesis de pregrado], Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/18680>
- Marlés, C. y Correa, L. (2021). Estado actual de la educación y la cultura hídrica: un mapeo sistemático de literatura. *Revista Guillermo de Ockham*, 19(1), 9-24. <https://doi.org/10.21500/22563202.4591>

- Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2011) National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, *Value of Water Research Report Series*, 1 (50). 1-51.
- Mojica, Y.P., Ortiz, M.L., y Gnecco, A.M. (2019). Estrategia de gestión ambiental basada en los servicios ecosistémicos del caño siete vueltas (Villavicencio, Colombia). *Revista Luna Azul*, (49), 38-63. <https://doi.org/10.17151/luaz.2019.49.3>
- Olivera, D.A. (2019). *Elaboración e Implementación del Proyecto de Educación Ambiental Integrado Ecoinspirate en la Institución Educativa Miguel Pro* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio upt. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/783>
- ONU. (2011). *El derecho al agua*. <https://www.ohchr.org/sites/default/files/2021-09/FactSheet35sp.pdf>
- Ortiz, C. (2018). *Medición de la huella hídrica de la Universidad Politécnica Salesiana campus Sur* [trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, Quito. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16078/1/UPS-ST003788.pdf>
- Pelegrín Ramírez, J. S., Quijano Pérez, S. A., & Panesso Guevara, M. (2024). *Manual didáctico de educación ambiental*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali. 86 P.
- Perkins, E. y Calixto, R. (2019). La enseñanza de la “huella hídrica” en una escuela de educación primaria. En *educación ambiental en las escuelas del nivel básico*. Universidad de caldas.
- Plata, Á.M. y Ibáñez, A.Y. (2020). La educación en cambio climático en comunidades rurales del municipio de La Calera (Cundinamarca, Colombia). *Luna Azul*, (51), 198-222. <https://doi.org/10.17151/luaz.2020.51.11>

- Praveena, S. M. y Themudu, S. (2021). Water Conservation Initiative in a Public School from Tropical Country: Performance and Sustainability Assessments. *Research Square* 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-319748/v1>
- Pulido-Chinarro, R. (2022). *Aprendizaje Basado en Problemas y concienciación medioambiental en Estadística de Tercero de Enseñanza Secundaria Obligatoria* [Tesis de maestría, Universidad de La Rioja] Repositorio Institucional Universidad de La Rioja. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/12583>
- Quijano Pérez, S. A.; Arboleda, D. A. y Alvear Rodríguez, C. (2024a). Cartilla educativa. Conceptos básicos de Huella Hídrica: un estudio de caso para la Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali. Doi: <https://doi.org/10.35985/9786287604988>
- Quijano Pérez, S. A.; Castaño Perea, J. A.; Alvear Rodríguez, C. A.; Cerón Hernández, V. A.; Pelegrín Ramírez, J. S. y Guevara Fletcher, C. E. (2024b). Sensibilización de la Importancia y Cuidado del Agua como Estrategia de Educación Ambiental en Instituciones Educativas de Enseñanza Básica y Media, 2019-2022. En: Olaya Garcerá, J. E.; Rojas Muñoz, A. L. y Grueso Moreno, C. M. (eds. científicos). *Proyección e Innovación Social*. Volumen IV. (pp. 181-196). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Quijano Pérez, S. A., Guevara Fletcher, C. E., Vera Lizcano, O., Cerón Hernández, V. A., Bermúdez Vera, I. M. y Panesso Guevara, M. (2020). Jornada del cálculo de la huella hídrica como una estrategia de educación ambiental en la universidad Santiago de Cali. *Proyección e Innovación Social*. Universidad Santiago de Cali. (pp. 157-170). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Rivas, B. (2020). *Caracterización y medición de la huella ecológica como estrategia pedagógica generadora de actitudes positivas para*

- el cuidado del medio ambiente [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Unal. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78447>
- Rodríguez, M. (2020a). La investigación acción participativa compleja como transmétodo rizomático transcomplejo en la transmodernidad. *Revista Internacional de Formação de Professores*, 5 (e020026) 1-27.
- Rodríguez, M. (2020). Huella hídrica y agua virtual. *Revista de la Universidad de México, Nueva Época*, 861(48-51).
- Roldan-Pérez, G., Campuzano, C. P., Chalarca, D. A., Molina, F. J., Rodríguez, D. C., Benjumea, C. A., Villabona-González, Ríos-Pulgarín, M.I. (2019). La calidad del agua en Colombia. En IANAS, *Calidad del Agua en las Américas: riesgos y oportunidades*. Editorial IANAS.
- Sánchez-Bravo, Á. y Mansano-Furlan, J.C. (2021). *Política europea de gestión de escasez de agua y sequías. En A proteção do meio ambiente e o direito ao desenvolvimento sustentável Iberoamericano em tempos de COVID-19*. Matosinhos (Portugal): Instituto Iberoamericano de Estudos Jurídicos. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/126442/Politica%20europea_Sanchez%20Bravo.pdf?sequence=1 y `isAllowed=y`
- Scarpato, G. y Akira, A. (2017). Estimativa da pegada hídrica de um grupo de alunos de uma instituição de ensino superior. *Revista Internacional de Ciências*, 7(1), 49-63.
- Silva da et al. (2018). Virtual water consumption: a case study in a higher education institution in northeast Brazil. *Journal of Scientific Research and Reports*, 18 (1): 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/JSRR/2018/39250>
- Tibaquirá, C. (2019). *Determinación de la huella hídrica del centro metalmecánico del Servicio Nacional de Aprendizaje* [Tesis de

maestría, Universidad Nacional de Colombia.] Repositori Unal.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78218>

Torregrosa, M; Arellano, D. y Kloster, K. (México) (2019). Agua y sociedad, La multidimensionalidad de la calidad del agua. En IANAS, *Calidad del Agua en las Américas: riesgos y oportunidades*. Editorial IANAS. https://www.researchgate.net/profile/KatherineVammen/publication/336778235_Calidad_de_Agua_en_las_Americas_Riesgos_y_Oportunidades_IANAS/links/5db1fa25299bf11d4c1167b/Calidad-de-Agua-en-las-Americas-Riesgos-y-Oportunidades-IANAS.pdf#page=30

Tovar, L.D. y Timana, E.G. (2023). *Programa de gestión integral del recurso hídrico en el Colegio del Bosque Bilingüe UAN-Bogotá, Colombia* [Tesis de grado, Universidad Antonio Nariño], Repositorio UAN. <http://repository.uan.edu.co:8080/handle/123456789/7469>

Vargas, O.I., Trujillo, J.M. y Torres, M.A. (2020). Huella hídrica: Una herramienta eficaz para el desafío de la sostenibilidad del agua. *Ingeniería y Competividad*, 22(1), 1-12.

Venkute, M., Silva, M. M. y Figueiredo, M. (2017). Education as a tool to reduce the water footprint of young people. En *Millenium*, 2(4), 101-111. DOI: 10.29352/mill0204.09.00144

Water Footprint Network. (2022). *Huella hídrica personal*. <https://www.waterfootprint.org/en/water-footprint/personal-water-footprint/>

WHO, World Health Organization. (2018). *Millennium-development-goals*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-\(mdgs\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-(mdgs))

WHO, World Health Organization. (2019). *Drinking water*. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Anexo

Anexo 1.

Formulario de encuesta y tarjetas de selección de: Encuesta “percepción de la situación del recurso hídrico en la comunidad educativa Justiniano Echavarría, sede José maría Córdova, corregimiento Villanueva, municipio el águila, valle del cauca.

Entre la Institución Educativa Justiniano Echavarría y la Universidad Santiago de Cali estamos ejecutando un estudio donde realizaremos unas preguntas a la comunidad educativa con el fin de evaluar los conceptos de huella hídrica y estrategias del manejo del recurso hídrico en el corregimiento Villanueva y así poder iniciar una propuesta educativa en la institución que tenga un impacto positivo en la localidad. Sus respuestas son confidenciales y serán utilizadas solamente para fines académicos. Sus datos personales llevarán un código en lugar de su nombre, sólo los investigadores los conocerán.

Agradecemos su colaboración al aceptar responder esta encuesta con la mayor sinceridad. **Antes de responder, si está de acuerdo con colaborar en esta investigación, firme este CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

Nombre: _____ **Firma y CC:** _____

1	2	3	4	Más veces

OBSERVE LAS TARJETAS CON TRES TIPOS DE SANITARIO Y RESPONDA LA PREGUNTA (ver al final del anexo)

¿Cuál es el tipo de sanitario que usted usa frecuentemente? (Seleccionar de acuerdo a las tarjetas mostradas):

		Marque aquí
A.	Sanitario de alto consumo	
B.	Ahorrador (palanca)	
C.	Ahorrador (botón)	
D.	OTRO DISTINTO	

USO DE LA DUCHA

¿Cuántas veces usa la ducha al día?

1	2	3	4	Más veces

¿Cuántos minutos tarda en bañarse?

Menos de 5 minutos	Entre 5 y 10 minutos
Entre 11 y 20 minutos	Más de 20 minutos
Más de 20 minutos	

A CONTINUACIÓN VOY A MOSTRARLE UNA TARJETAS
CON TRES TIPOS DE DUCHA, POR FAVOR OBSERVELA.

¿Cuál tipo de ducha usted usa para bañarse? (Seleccionar de acuerdo a las tarjetas mostradas):

Ducha de chorro	Ducha con rejilla	Ducha eléctrica

ALIMENTACIÓN

¿Cuántos vasos (250 ml) de agua usted bebe al día? _____

OBSERVE LAS TARJETAS CON MENUS DISTINTOS, PARA
DESAYUNO, ALMUERZO Y CENA. (ver al final del anexo)

Escoja el menú para cada comida, que más se asemeja a su alimentación diaria (seleccionar de acuerdo a las tarjetas mostradas).

	1	2	3
Desayuno			
Almuerzo			
Comida o cena			

ACCIONES PARA DISMINUIR LA HUELLA HÍDRICA

De las siguientes acciones en las viviendas con cuáles se comprometería.

		Si	No
	Disminuir la cantidad de agua para limpiar su casa		
	Utilizar la lavadora con carga completa para ahorrar agua		
	Cerrar el grifo durante el cepillado, lavado de manos y utensilios o al ducharse		
	Instalar un ahorrador de agua en la llave de su lavaplatos		
	Disminuir la frecuencia en el riego de las plantas		
	Regar las plantas solamente de noche		

¿Usted o su familia tiene vehículo y/o bicicleta?

Si		No	
Pase a la pregunta 30		Pase a la pregunta 34	

¿Qué tipo de vehículo tiene?

A	Automóvil	
B	Jeep	
C	Camioneta	
D	Camión	
E	Motocicleta	
F	Bicicleta	

Usted estaría dispuesto a comprometerse con las siguientes acciones al lavar su vehículo (automóvil, jeep, camioneta, camión, motocicleta, bicicleta):

		Si	No
	Disminuir la cantidad de agua para lavar su vehículo.		
	Lavar su vehículo solamente con balde, trapo o cepillo, sin usar la manguera.		
	Lavar su vehículo menos veces en el mes.		

¿En qué temáticas sobre el cuidado del agua considera que es necesario capacitar a la comunidad? Contesté si o no a cada una.

		Si	No
a	Reforestación de cuencas		
b	Ahorro de agua en el hogar		
c	Leyes ambientales y comparendo ambiental		
d	Problemáticas asociadas al agua (Contaminación, salud y Escasez)		
e	Conservación de la fauna y flora		
f	Recuperación y reciclaje de materiales		
g	Acciones de mitigación de cambio climático y prevención de riesgos		

De las siguientes acciones en el colegio con cuáles se comprometería. Conteste si o no a cada una

		Si	No
A	Cerrar las llaves de agua que encuentre abiertas en el baño.		
B	Informar a docentes y administrativos cuando detecte fugas de agua en lavamanos y sanitarios.		
C	Evitar juegos con agua		
D	Hacer un llamado de atención a quienes desperdician agua en los bebederos		
e	Disminuir la frecuencia con que se moja su cabeza o cabello debido al calor		

36. De las siguientes acciones en el corregimiento con cuáles se comprometería. Conteste si o no a cada una

		Si	No
a	Recoger basuras de las riberas de los ríos y quebradas		
b	Sembrar especies nativas en terrenos de la familia		
c	Promover y utilizar el uso del termo en lugar de botellas desechables		
d	Participar en jornadas ambientales comunitarias		
e	Disminuir el consumo del desechables (vasos, platos, pitillos, cubiertos)		

37. Percepción sobre el uso de agua en la Institución Educativa Justiniano Echevarría. Conteste si o no a cada una.

		Si	No
a	¿Las actividades realizadas en la institución en el ámbito ambiental tienen un impacto positivo?		
b	¿La institución educativa tiene credibilidad en los procesos realizados en el ámbito ambiental?		
c	¿La institución educativa realiza campañas o jornadas sobre el cuidado del agua?		
d	¿Estaría dispuesto a participar en actividades dirigidas por la institución para el cuidado del agua?		

AFIRMACIONES EN LA COMUNIDAD			
	¿Cree usted que en su comunidad han tomado acciones frente al cuidado del agua?	Si	No
	¿Cree usted que en su comunidad cuidan el agua de manera apropiada?	Si	No
	¿Cree usted que en su comunidad se desperdicia mucha agua?	Si	No
	Tienen impacto positivo en la comunidad las actividades realizadas desde la escuela en el ámbito ambiental	Si	No
	Usted cree que habrá agua en Villanueva en cinco años	Si	No
	Considera que los miembros de su comunidad acuden a los llamados educativos ambientales	Si	No

39	Usted participaría en un programa de reforestación como alternativa para minimizar la HH.	Si	No
40	Está de acuerdo con el comparendo ambiental en su comunidad	Si	No
41	Es consciente de la pérdida del agua tratada en su comunidad	Si	No
42	Cree que el agua existente en su comunidad es suficiente para su generación y la venidera	Si	No
43	Estaría interesado en participar en actividades en pro del cuidado del agua	Si	No
44	Participaría de acciones pedagógicas en pro de la conservación del agua	Si	No
45	Estaría dispuesto a modificar sus hábitos para cuidar el agua.	Si	No
46	Es consciente de que se necesita mucha de agua para la elaboración de cada uno los productos que usted consume	Si	No
47	Ha participado en programas (jornadas, campañas, convites) con el objetivo de cuidar el agua	Si	No

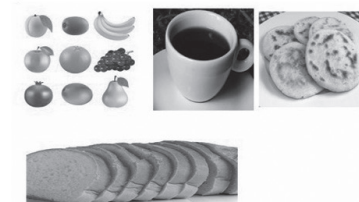
48. De las siguientes actividades, que tan de acuerdo está, en que son las que causan mayor desperdicio y contaminación del agua en el corregimiento.

	Totalmente en desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Lavado de vehículos					
Lavado del café					
Lavado de corrales para animales					
Tala de la vegetación para carboneras					
Cría de animales y ganadería					
Construcción					
Lavado de andenes y calles					

Desayuno 1



Desayuno 2



Desayuno 3



Almuerzo 1



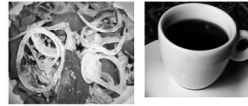
Almuerzo 2



Cena 1



Cena 2



Cena 3



A. Sanitario de alto consumo



B. Sanitario ahorrador con palanca



C. Sanitario ahorrador con botón



Ducha

Chorro



Ahorradora



Eléctrica



Anexo 2.

Fotografías de Evidencia de Reunión de Capacitación sobre la Importancia del Cuidado del Agua Denominada “Jornada de la HH”.



Anexo 3.

Entrevistas no estructuradas realizadas a dos estudiantes luego de la actividad de retroalimentación y cierre de la investigación.

Entrevista 1

Katherine Sinisterra Ibargüen

Entrevistado: Kevin Ramírez Grisales grado 7º

KSI: ¿Cuál sería su compromiso frente al recurso hídrico?

KR: Mi compromiso sería gastar menos agua al bañarme al cepillarme y recoger la basura de los ríos.

KSI: ¿Después de conocer el concepto de huella hídrica cambió la percepción sobre el recurso hídrico?

KR: Si.

KSI: ¿Qué valor le tiene al recurso hídrico?

KR: El recurso hídrico es muy importante para la humanidad y para los seres vivos, para la naturaleza también.

Entrevista 2

José Armando Ruco Suarez

Entrevistado: John Jairo Gil grado 11º

JARS: ¿Qué conocías antes de las actividades sobre huella hídrica?

JJG: La verdad no mucho solamente que era una forma de saber que tanto gastamos de agua en un año.

JARS: ¿Qué impacto causó en usted conocer su huella hídrica personal?

JJG: La verdad bastante pues como le digo es una forma de saber cuánta agua gastamos en un año además de saber cuáles son los componentes que hacen que gastemos más entonces, nos da una mejor una idea de cómo reducir el consumo.

JARS: Sabiendo entonces su huella hídrica personal ¿qué conductas se propone usted asumir con respecto al ahorro del agua?

JJG: Por una parte, dejé la carne, aunque sea poca, es bastante por la cantidad de agua que se gasta para producirla por otra parte empezar ahorrar agua retos cómo limpiar la casa otras cosas como el aseo de la casa algunas veces gastamos agua demás, esa fue otra parte que me dio por reducir ese gasto.

JARS: Respecto a esto entonces ¿A qué actividades se compromete con la comunidad?, por ejemplo, con las microcuencas, limpiar los ríos, ¿se compromete a colaborar en esas actividades?

JJG: Sería bueno que de parte de la comunidad tener actividades como estas, por otro lado, en la comunidad como estas hay lugares establecimientos que gastan demasiada agua, hay que concientizar a estas personas de este consumo.

Anexo 4.

Propuesta de transversalización de educación sobre HH y uso eficiente del agua.

Área	Ejes temáticos orientados a la transversalización para una educación que incluya el concepto de HH y el uso eficiente del agua	Competencias de la transversalización
	<p>Primaria:</p> <hr/> <p>a. Interpreto el territorio y sus cuerpos de agua, a través de las figuras geométricas: clasifica los tipos de polígonos y los uso para representar el paisaje.</p> <p>b. Reconozco la importancia del agua para la biodiversidad: Utiliza la teoría de conjuntos, agrupando seres vivos por especie, según su hábitat sea acuático o terrestre o ambos e infiere las consecuencias que eventos como la sequía, inundaciones y contaminación del agua traen sobre las especies.</p> <p>c. Aprendamos a medir el agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mide el volumen y la masa de una determinada cantidad de agua, expresando los resultados en diferentes unidades • Apropiá la importancia de los ríos por su magnitud, al relacionar datos de área, longitud, volumen de una quebrada cercana al colegio y con los datos de ríos representativos de Colombia como el Cauca y el Magdalena. <hr/> <p>Secundaria:</p> <hr/>	
Matemáticas	<p>d. Mi territorio depende del agua: Distingue las áreas en las que se divide el municipio de El Águila, según sean urbana, rural o de reserva natural y consultando en diversas fuentes su extensión, población, vocación económica y los cuerpos de agua existentes en cada zona.</p> <p>e. Si mido el consumo es más fácil ahorrar: Determina el volumen de los recipientes usados para almacenar líquidos destinados para los humanos y/o animales y mantenimiento de los cultivos, para así calcular el consumo en determinada cantidad de tiempo, según sean las veces en que se utilizan los recipientes, sean baldes, bebederos, tanques etc.</p> <p>f. Cuando ahorro energía y agua, gano vida: Conoce cuanta energía consumen los aparatos eléctricos presentes en el colegio y el hogar con el fin de sensibilizar sobre el ahorro de electricidad y como su buen uso, contribuye a la economía doméstica, a disminuir el consumo de agua (dependencia de las hidroeléctricas) y el calentamiento global (emisiones de CO₂).</p> <p>g. Trabajemos por el agua: Genera propuestas de solución a problemáticas relacionadas con el uso de agua, al realizar proyectos de investigación aplicando la metodología de HH.</p>	<p>Por medio de estos ejes temáticos, se logra integrar diferentes áreas como:</p> <p>Educación Física: promover las caminatas para toma de datos.</p> <p>Ciencias Naturales: reconocimiento de hábitats y ecosistemas.</p>

Área	Ejes temáticos orientados a la transversalización para una educación que incluya el concepto de HH y el uso eficiente del agua	Competencias de la transversalización
Educación Física	Proyecto de Área: Jóvenes proactivos con énfasis en ecología:	
	a.	Reconoce el entorno a través de caminatas por senderos ecológicos y ribera de ríos.
	b.	Ejercitación en las cuencas hídricas, con jornadas de limpieza y recolección de material reciclable de las riberas.
	c.	Talleres sobre la importancia de la actividad física en zonas libres de contaminación.
		La estrategia propuesta desde el área de Educación Física permite avanzar en las acciones que se propongan desde todas las áreas, que correspondan a cumplir competencia relacionadas con el reconocimiento del territorio.

Área	Ejes temáticos orientados a la transversalización para una educación que incluya el concepto de HH y el uso eficiente del agua	Competencias de la transversalización
Tecnología e informática	a.	Fomentar la investigación usando las herramientas tecnológicas.
	b.	Incentivar los contenidos multimedia contextualizados en temas de territorio.
	c.	Transversalizar las áreas con la tecnología e informática.
	d.	Utilizar la web para divulgar y/o compartir en redes sociales contenido ambiental.
		Permite enfocar los esfuerzos tecnológicos y ofimáticos para la elaboración y sistematización de documentos relacionados con Educación Ambiental.

Sociales	Proyecto de Área: Cuidadores por naturaleza	
	a.	Narrar su historia personal de cómo llega a reconocer la necesidad de cuidar la Tierra como nuestra casa y no solo como una posibilidad de explotación.
	b.	Proponer una agenda de sensibilización a la comunidad para cuidar su entorno como una posibilidad de vida y de desarrollo sostenible.
	c.	Citar la legislación ambiental que existe en Colombia y distingue aquellas aplicables en la protección de la cuenca del Río Cañaveral y en los ecosistemas andinos.
	d.	Describir cuándo y porqué se declaran las áreas naturales protegidas en Colombia y se constituye el Parque Nacional Natural Tatamá.
e.	Conocer el propósito de las diferentes conferencias y tratados internacionales ambientales, realizando una evaluación crítica de su cumplimiento y logros alcanzados a la fecha.	
		Al cumplir con estas competencias, se afianzan y concretan las acciones académicas y técnicas, en una propuesta de sociedad. De esta manera se genera mayor apropiación de todas las acciones desarrolladas en las diferentes áreas, al comprender que hacen parte de los aspectos sociales y culturales a los que pertenecen los estudiantes.

Área	Ejes temáticos orientados a la transversalización para una educación que incluya el concepto de HH y el uso eficiente del agua	Competencias de la transversalización
Proyecto de Área: "Mejorando Nuestra Huella Hídrica"		
Educación Ambiental y Ciencias Naturales	<ol style="list-style-type: none"> Potencializar a través de "tips" la reutilización y uso eficiente del agua. Agendar la celebración del Día Mundial del Agua para aplicar los conocimientos adquiridos en clase. Plantear el proyecto con incentivos para aquellos que presenten propuestas y emprendan acciones de reducción del consumo de agua en el hogar y la escuela. Institucionalizar talleres que integren a toda la comunidad educativa, con énfasis en el buen manejo y uso eficiente del agua en los hogares de las familias de la institución. 	La transversalización en este caso es integral. Ya que se requiere de la participación de todas las áreas para el cumplimiento del PRAE.
Área	Ejes temáticos orientados a la transversalización para una educación que incluya el concepto de HH y el uso eficiente del agua	Competencias de la transversalización
Promoción del Concurso de Escritura Anual: "Nuestro Río es vida". Por medio de este concurso se pretende resaltar los conocimientos que poseen nuestras familias con respecto a:		
Lenguaje	<ol style="list-style-type: none"> La importancia de los cuerpos de agua de nuestro territorio. Las formas en que se relaciona el agua con las actividades económicas de nuestra cultura. Promover actividades que permitan enriquecer los conocimientos de los estudiantes en : <ul style="list-style-type: none"> • Tradición oral. • Obras de teatro. • Escritura de textos con distintos géneros literarios, poesía y prosa. • Redacción de noticias ambientales. 	Desde el área de Lenguaje, se logra impactar de manera directa en todas las demás áreas, debido al fortalecimiento de capacidades, en la comprensión de textos y elaboración de documentos y exposiciones orales.
Proyecto de Área: "Un futuro para el agua"		
Ética y Valores	<ol style="list-style-type: none"> Reconoce la necesidad del uso sustentable del agua y demás recursos naturales para garantizar la calidad de vida en el futuro. Descubre que la vivencia de los valores, especialmente el respeto por las demás personas se relaciona con el respeto, cuidado y defensa del medio ambiente y en especial hacia los ríos. Asume compromisos personales que generen impacto en las demás personas en cuanto al cuidado del agua, la reforestación y el manejo adecuado de los residuos. 	El cumplimiento de las competencias en el Área de Ética y Valores, permite que el ejercicio de conservación del medio ambiente y los ríos, este relacionada con la preservación de la vida y se convierta en una labor inherente al ser humano.



CAPÍTULO 4

Problemas Ambientales Relacionados con la Calidad del Agua del Embalse Calima del Municipio de Darién, Valle del Cauca y Estrategias de Mitigación

Environmental Problems Related to the Water Quality of the Calima Reservoir in the Municipality of Darien Valle del Cauca and Mitigation Strategies

Carlos Alberto López Guzmán

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0002-5207-0700

✉ carlos.lopez05@usc.edu.co

Victor Alfonso Cerón Hernández

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0003-1717-0332

✉ victor.ceron00@usc.edu.co

Resumen

En el sur occidente colombiano se encuentra el municipio de Calima, Darién. Lugar de atractivo turístico y de gran biodiversidad. Demandando bienes y servicios tanto por habitantes de la región como visitantes. Se han construido complejos habitacionales, restaurantes, zonas de camping y escuelas náuticas alrededor del lago. Desde la puesta en funcionamiento del embalse han aparecido conflictos entre sociedad y ambiente. Estos son generados por habitantes locales y agravados por el turista en puntos específicos del lugar. Factores que afectan el ambiente, entre estos la calidad

Cita este capítulo / Cite this chapter

López Guzmán, C. A. y Cerón Hernández, V. A. (2025). Problemas Ambientales Relacionados con la Calidad del Agua del Embalse Calima del Municipio de Darién, Valle del Cauca y Estrategias de Mitigación. En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). Estudios transdisciplinarios del medio ambiente. (pp. 137-195). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/978628770782-4>

del agua de la represa. Por tal razón, se plantea como objetivo el analizar los problemas ambientales relacionados con la calidad del agua del embalse Calima del municipio de Darién Valle del Cauca. Se efectuó una búsqueda bibliográfica de estudios realizados que identificaron tensores ambientales. Se obtuvo las percepciones que la comunidad tiene del grado de afectación del agua, implementando como instrumento de evaluación una encuesta, entrevistas y el árbol de problemas. Resaltando el estado regular del agua para los administradores y la mala calidad para los turistas. Ambos grupos poblacionales determinaron que el factor contaminante principal fueron los residuos sólidos. Se analizaron los resultados de los datos fisicoquímicos y microbiológicos hallados en trabajos publicados, considerando los obtenidos por la autoridad ambiental “CVC” del departamento del Valle del Cauca. En cuyo caso se obtuvieron valores generales adecuados dentro de los criterios establecidos por “ICA, Índice de calidad del agua de Brown” y de acuerdo con la normatividad vigente colombiana para cada variable individual, Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007. Destacándose los buenos resultados en variables como; Coliformes fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales, pH, Turbidez. Se resalta la no existencia de Cianuro, Arsénico, Plomo o Mercurio. Sin descartar un pequeño incremento con el tiempo en Nitratos y Fosfatos, que deben ser tomadas en cuenta a futuro para reducir el avance de la contaminación del agua. Los resultados obtenidos en las percepciones y los datos fisicoquímicos y microbiológicos se contrastaron para establecer conclusiones. Finalmente, Se propusieron estrategias educativas de concientización y de articulación de planes de acción a los administradores turísticos y habitantes de la región como; monitoreo regular de la calidad del agua en puntos críticos de alta afluencia turística, embarcaderos, zonas residenciales o fuentes hídricas que drenan al lago, disposición de baterías sanitarias, pozos sépticos, inspección de la PETAR, reducción de fertilizantes químicos en la agricultura, reducción de la deforestación, mayor control de los residuos sólidos, creación de una asociación. Esto con el fin de mitigar algunos de los problemas ambientales hallados en el embalse, contribuyendo al mejoramiento de la calidad del agua. Se concluye

sobre la existencia de unos niveles bajos de contaminación del agua, según metodología ICA se determinó un valor de 86,4 correspondiente a un grado de interpretación del agua de Buena Calidad, apta para las prácticas recreativas, pero resalta la importancia de reforzar las estrategias para disminuir el daño, impedir que se deteriore el recurso hídrico y preservarlo para las futuras generaciones.

Palabras claves: Biodiversidad; bienes y servicios; ambiente; embalse; estrategia educativa.

Abstract

In the southwest area of Colombia is located the municipality of Calima, Darién. Place of tourist attraction and great biodiversity. Demanding goods and services both by inhabitants of the region and visitors. Housing complexes, restaurants, camping areas and nautical schools have been built around the lake. Since the commissioning of the reservoir, conflicts have arisen between society and the environment. These are generated by local inhabitants and aggravated by the touristic demand in specific points of the place. Factors that affect the environment, including the quality of the water in the dam. For this reason, the objective is to analyze the environmental problems related to the quality of the water in the Calima reservoir in the municipality of Darién Valle del Cauca. A bibliographic search of studies was carried out thereafter identifying environmental stressors in action. The perception from the community regarding the degree of affectation to the quality of the water were obtained, implementing a survey, interviews, and the problem tree system as an evaluation instrument. Highlighting the regular state of the water used by the administrators of the place and the poor quality of water used by the tourists. Both population groups determined that the main contaminating factor was solid waste. The results of the physicochemical and microbiological data found in published works were analyzed, considering those obtained by the environmental authority "CVC" of the department of Valle del Cauca. Case in which, adequate general values were obtained within the criteria established by "ICA, Brown's Water

Quality Index” and in accordance with current Colombian regulations for each individual variable, Decree 1575 of 2007 and Resolution 2115 of 2007. Highlighting the good results in variables such as Fecal coliforms, Biochemical Oxygen Demand, Total Solids, pH, Turbidity. The non-existence of Cyanide, Arsenic, Lead or Mercury is highlighted. Without ruling out a small increase over time in Nitrates and Phosphates, which must be taken into account in the future to reduce the progress of water pollution. The results obtained in the perceptions and the physicochemical and microbiological data were contrasted to establish conclusions. Finally, educational strategies of awareness and articulation of action plans were proposed to tourism administrators and inhabitants of the region such as; regular monitoring of water quality at critical points of high tourist influx, piers, residential areas or water sources that drain into the lake, provision of sanitary batteries, septic tanks, inspection of the PETAR, reduction of chemical fertilizers in agriculture, reduction of deforestation, greater control of solid waste, creation of an association. Namely in order to mitigate some of the environmental problems found in the reservoir, contributing to the improvement of water quality. It is concluded that there are low levels of water contamination, according to the ICA methodology, a value of 86,4 was determined corresponding to a degree of interpretation of Good Quality water, suitable for recreational practices, but it highlights the importance of reinforcing strategies for reducing the damage, preventing the deterioration of the water resource and preserving it for future generations.

Keywords: Biodiversity; goods and services; ambient; reservoir; educational strategy.

Introducción

El represamiento de agua en los ríos mediante la construcción de embalses se convirtió desde hace décadas en una estrategia de generación de energía eléctrica (Ortiz, 2011). Para el caso puntual de esta investigación se toma como epicentro el embalse Calima-Darién, ubicado en el departamento del Valle del Cauca (Orejuela,

2015). Administrado actualmente por la empresa de energía Celsia y controlado ambientalmente por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Este embalse es el tercero en producción de energía en el departamento después de Anchicayá y Salvajina.

Las condiciones iniciales de los embalses en Colombia en cuanto a la producción de energía se modificaron en cierta medida. La razón principal es que se levantaron con el tiempo grandes zonas urbanas alrededor de los mismos (Corredor, 2016). Llevando un fortalecimiento de la economía por la gran afluencia de gente. Lo que a su vez trajo impactos de carácter ambiental como lo ocurrido en Guatapé departamento de Antioquia o El Prado en Tolima. Presentando niveles de contaminación respaldados por estudios de la autoridad ambiental de la región y empresas privadas, destacándose los Nitratos, Fosfatos o Coliformes Fecales (Sierra, 2011). De tal manera, que se hace relevante el realizar estudios que garanticen un monitoreo constante del impacto ambiental y de la calidad del agua de estos.

Para el caso puntual de esta investigación el embalse Calima, Darién se convirtió en un atractivo turístico en el Valle del Cauca, instalándose hoteles, centros recreacionales y parcelaciones (Alonso, 2015). Como resultado comenzaron los problemas ambientales que paulatinamente trajeron consigo repercusiones negativas para la biodiversidad, la cultura, la sociedad y la economía en el municipio de Calima – Darién (Cárdenas, 2018). Las comunidades de la zona no están suficientemente preparadas para asumir la influencia del turismo a gran escala (Palacio et al., 2007). Igualmente, desconocen principios básicos de conservación del ambiente en sus actividades industriales o domésticas (Arboleda, 2008). Por lo tanto, se requiere la identificación de todos aquellos problemas que están dañando el ambiente de la zona, concretamente la calidad del agua del embalse (Joslina, 2018). Generar una cultura de conservación que respete el territorio se hace prioritario, de lo contrario puede llegar a presentarse una crisis social y un deterioro irreversible del medio natural como lo expresa (Cabadía et al., 2019).

Según el monitoreo constante realizado por la autoridad ambiental del Valle del Cauca “CVC”, el sector está alterando progresivamente los recursos naturales con la gran oferta de servicios a turistas y foráneos, sin tener consideración con los mismos (CLOPAD, 2011). La siembra constante y el cultivo para vender a exteriores pueden acabar los terrenos fértiles y generará escasez; de esa manera se acelera todo proceso de erosión. Afectaciones que ocurren en varias cotas altitudinales alrededor del embalse. Igualmente, la vida útil de la represa se acorta debido al depósito de sedimento (Jaramillo, 2015).

En la Vereda El Diamante del sector Calima – Darién se evidencian problemas con la planta de tratamiento de aguas residuales rurales, entre las que destaca el enmalezamiento (Contraloría departamental del Valle del Cauca, 2005). Esta situación genera vertimiento directo a las quebradas de dichas aguas, lo que conlleva un grave impacto sobre la salud de los moradores y el ambiente; Por lo tanto, el agua del embalse se viene deteriorando lentamente (Acosta y Silva, 2016). Se pueden observar las aguas residuales de las viviendas que caen directamente a las fuentes de agua (Zapata, 2016). En ocasiones se presentan problemas en la disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Darién. Así mismo, se observó una considerable pobreza vegetal y arbustiva en las áreas adyacentes al embalse por la creciente intervención humana, ya no existen corredores naturales que permitan el movimiento de las pocas especies terrestres que aún se encuentran en la zona (Loaiza, 2016). Así mismo, los embalses contribuyen entre un 4% y 12% de las emisiones globales de origen antrópico de CO₂ y CH₄ (metano) respectivamente (Bastviken et al., 2004). Adicional a esto, se debe tener en cuenta que inicialmente el área sumergida estaba compuesta por bosque húmedo tropical. Toda esta masa vegetal actualmente se descompone incrementando los gases de efecto invernadero (Manrique, 2010).

Actualmente, las aguas del embalse Calima presentan un grado leve de contaminación orgánica (Gualdrón, 2016), con altos niveles de bacterias coliformes en ciertas épocas del año, principalmente por la zona de las entradas 4 y 5, cola del embalse, Jiguales y Puente Tierra,

ocasionado por la actividad antrópica en estos sectores y por la carga que entrega el río Calima (Loaiza, 2016). La tendencia de algunos de los contaminantes químicos con los años fue disminuyendo, otros se han mantenido constantes (Castro, 2014). Aunque en términos generales en unos porcentajes bajos, permitiendo las actividades recreativas, sin graves consecuencias para la salud de los pobladores, sin desconocer los casos particulares mencionados en las entradas de libre acceso, requiriendo un pronto manejo para evitar que el problema crezca con el tiempo (Alcaldía Municipal de Restrepo, 2010).

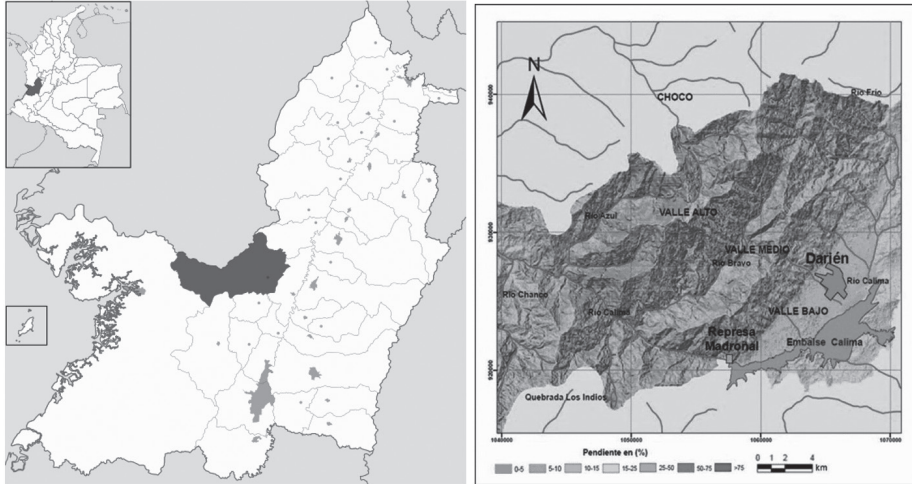
Algunos autores entre los que se destaca Corredor et al. (2016) y Cabadía et al. (2019), se han pronunciado sobre los tenses que afectan al lago, resaltando la necesidad de cuidar el sector Calima Darién, minimizando o eliminando los factores contaminantes que afectan la calidad del agua del embalse, y así generar un turismo sostenible. El presente estudio tuvo como objetivo analizar los problemas ambientales relacionados con la calidad del agua del embalse Calima del municipio de Darién Valle del Cauca.

Materiales y Métodos

Para dar respuesta a los objetivos planteados se caracterizaron los problemas según los estudios realizados y las percepciones de la comunidad frente a los factores que contribuyen a la contaminación (Márquez, 2014). Se analizaron resultados de estudios fisicoquímicos y microbiológicos, contrastando los resultados con las percepciones obtenidas y realizando las respectivas conclusiones. Finalmente, se propusieron estrategias educativas a los administradores turísticos de unos sectores puntuales del embalse, con el fin de minimizar la contaminación del agua (IPCC, 2007). En la figura 1 y 2, se muestra la ubicación geográfica del embalse Calima Darién en Colombia. Lugar donde se desarrolló el proyecto de investigación.

Figura 1.

Ubicación Municipio de Darién – Valle del Cauca en Colombia.



Fuente: Pérez et al., (2014)

Figura 2.

Ubicación entrada 4 y 5 en el Lago Calima.



Fuente: Modificado de Municipio de Calima (2022)

Tabla 1.*Generalidades embalse Calima.*

Ubicación	Darién, Valle del Cauca
Coordenadas	3°55'52"N 76°29'11"O
Área	70 km
Altitud	1500 metros
País	Colombia
Distancia desde Cali	98,4 km
Año funcionamiento	1966
Superficie	19,34 kilómetros cuadrados
Capacidad	581 millones de metros cúbicos de agua

Esta investigación tuvo como método de análisis tipo mixto, ya que describe, analiza y comprende mediante el estudio de una problemática que el común denominador cumple de forma parcial con respecto a una normativa nacional sobre conservación del medio ambiente. Según lo dispuesto por la Constitución Política de Colombia (1991, Art. 8).

El aspecto cualitativo de la investigación tiene un carácter interpretativo catalogándose de acción participación. El cual produce conocimiento. Se sistematizó las experiencias con el propósito de cambiar una situación social como necesidad, mediante un proceso investigativo (Lerma, 2016).

En orden cronológico se abordó de la siguiente manera;

1. Búsqueda bibliográfica de estudios ambientales donde se resaltan los tensores territoriales que afectan al embalse, como lo resalta Palau y Alonso (2008).

2. Visita al sector Calima Darién con el objetivo de realizar observación e identificación de tensores territoriales que afectan la calidad del agua del embalse como lo estipula el informe de Quijano et al. (2013).
3. Visita a la Alcaldía de Darién, Policía, Asociaciones, Agrupaciones y Clubes deportivos de la región (Ley 165, 1994). Con el propósito de identificar el grado de participación y pertenencia en el cuidado del embalse.
4. Aplicación del instrumento “Entrevista” semi estructurada, a toda la población de administradores turísticos de la entrada 4 y 5 en el lago Calima (30 personas). En cuyo caso se abordaron tres ejes temáticos; conocimiento del tema mediante 4 preguntas, acciones frente a la reducción de la contaminación con 6 preguntas y participación municipal en la reducción de la contaminación compuesta de 3 preguntas, todas fueron abiertas. El objetivo de dicho instrumento fue medir las percepciones frente a la contaminación del agua del embalse, al igual que las estrategias de mitigación. Para el desarrollo de este punto se tuvo como referencia; Lineamientos para el diseño e implementación de mediciones de percepción y expectativas ciudadanas / Departamento nacional de Planeación 2015.

Tabla 2.

Entrevista para administradores turísticos. Estructura con los 4 temas desarrollados.

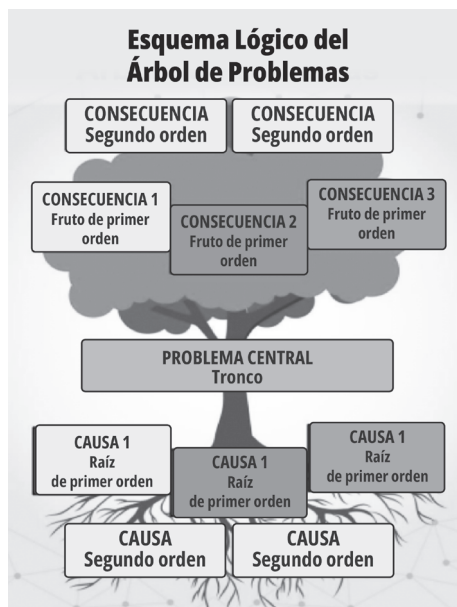
Entrevista para Administradores
ENTRADA 4 Y 5 LAGO CALIMA
ESTRUCTURA MODULOS
Presentación
Conocimiento del tema
Acciones frente a la reducción de la contaminación
Conocimiento de participación municipal o de grupos

En el anexo 1 se muestra el formato completo de la entrevista con las correspondientes preguntas.

5. Aplicación del árbol de problemas a los administradores turísticos. Con esta herramienta se refuerza el entendimiento sobre la percepción que tienen los administradores turísticos, con respecto a los factores que contribuyen en la contaminación del agua del lago (Giordano, 2014). Es una técnica participativa que busca definir causas y efectos. El problema más importante lo constituye el tronco, las raíces son sus causas y las consecuencias los frutos. Como referencia bibliográfica en la aplicación del árbol de problemas se destaca: Guía para la identificación de experiencias en participación social por parte de las entidades territoriales, del Ministerio de Salud y Protección Social (2019).

Figura 3.

Esquematación del árbol de problemas desarrollado con los administradores turísticos.



Fuente: CISE / Centro de Investigaciones y Servicios Educativos.
<http://www.cise.espol.edu.ec>

Tensores Territoriales

Aplicación del taller de identificación de tensores territoriales: se seleccionaron 4 factores muy mencionados en las referencias bibliográficas, en las percepciones y en los resultados del árbol de problemas. Los cuales fueron sometidos a juicio por parte de los administradores turísticos. El objetivo fue priorizar desde el más significativo o dañino para el medio hasta el menos nocivo. Al final se llegó a un consenso (WETLANDS, 2017). Se toma como referencia el artículo de investigación; Metodología de análisis de las dinámicas, cambios y transformaciones territoriales que se presentan en los paisajes de influencia de un proyecto de desarrollo lineal, liderados por investigadores de la Universidad de San Buenaventura y la Universidad Nacional de Colombia (2018).

Aspectos Cuantitativos

Se aplicó un segundo instrumento; una encuesta a turísticas que frecuentan el lago. Compuesta por cinco preguntas de selección múltiple. En la primera pregunta se indagó sobre el grado percepción de la calidad del agua. En la segunda sobre la responsabilidad que genera el turismo. En la tercera sobre el compromiso de los administradores. En la cuarta sobre el compromiso propio para cuidar el lago. Finalmente, la quinta sobre sí se considera necesario tomar medidas de conservación. Consultar el anexo 2 que contiene la encuesta.

La población en la que se planteó aplicar el instrumento estuvo compuesta aproximadamente de 300 personas, con un margen de error del 5%, un nivel de confianza del 95% y una muestra de 169 personas. Del total de la muestra accedieron de manera voluntaria 80 personas. El criterio de selección fue aleatorio, teniendo presente que el instrumento solo se aplicó en personas adultas.

El muestreo y los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el lago Calima fueron realizados por la autoridad ambiental (CVC) –

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Históricamente, sus estudios comprendieron el periodo 1996 – 2019. En cuyo caso se realizaron muestreos en puntos específicos del embalse, destacándose la cola (desembocadura río Calima), el centro y la cabeza (Muro de contención) a nivel superficial y a diferentes profundidades. Cada plantilla de muestreo tiene un responsable “funcionario de la CVC” y unas coordenadas geográficas del punto exacto donde fue obtenida, además de la hora y fecha efectuada. Las concentraciones fueron analizadas en el laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Valle. Los resultados numéricos fueron compartidos por parte de un representante de la autoridad ambiental para el desarrollo de este proyecto de investigación. Dichos resultados no tenían interpretación. De tal manera, que fue necesario analizarlos para obtener las conclusiones correspondientes. Se aplicaron los criterios establecidos históricamente por Brown et al. (1970), Corredor (2016) y el Decreto 1577 (2007) entre otros. Igualmente, se tuvieron en cuenta algunos estudios realizados a una escala menor (Osorio, 2015).

Figura 4.

Esquema de los puntos de muestreo correspondientes a cabeza, centro y cola.



Fuente: Google Earth

Se tuvo en cuenta el índice de calidad del agua propuesta por Brown et al. (1970). En cuyo caso se evaluaban 9 parámetros básicos. Los parámetros vinculados en esta investigación son más extensos y completos. Esto permitió una mejor comprensión del estado del agua, como lo argumenta Quiroz (2017).

Tabla 3.

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos iniciales vinculados en la investigación.

Variables	
Coliformes Fecales	NMP/100 ML
pH (Campo)	Unidades
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5 en mg/L
Nitratos	NO3 en mg/L
Fosfatos	PO4 en mg/L
Temperatura	°C
Turbidez	UNT
Sólidos disueltos totales	mg/L
Oxígeno disuelto	mg O2/l
Sólidos totales	mg ST /l
Sólidos suspendidos totales	mg SST/l
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/l
Nitrógeno Total	mg N- Total/l
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH3/l
Amonio	mg NH4+/l
Fosforo Total	mg PO4-3/l
Coliformes Totales	NMP /100 ml

Cada parámetro fue evaluado individualmente y en conjunto. Como marco de referencia o de validación para el estudio se tuvo en cuenta la tabla de clasificación establecida por el ICA (Gualdrón, 2016), que

determina condiciones para los cuerpos de agua con una clasificación de calidad excelente, buena, regular, mala o pésima. Dichos valores están expresados en porcentaje y tiene un rango entre 0 y 100% (Tambo, 2015) (Anexo 3).

Así mismo, el estudio fue complementado con el análisis de existencia de la presencia de *Escherichia coli*, Por el contrario, no se evidenciaron cifras de metales pesados como Plomo, Arsénico, Mercurio y de un compuesto como el Cianuro - CN (Garzón y Perdomo, 2020).

Las características de cada variable evaluada fueron:

- i. **Coliformes Fecales:** Este organismo es un grupo de bacterias representado por las familias de las enterobacterias, resaltando aeróbicas y anaeróbicas facultativas. El mayor exponente es la bacteria *Escherichia coli*, el cual crece fácilmente a elevada temperatura (González, 2012).
- ii. **Demanda Bioquímica de oxígeno:** es indicativo de carga polucional que generan los desechos industriales y domésticos de índole orgánico al descargarse en corrientes de agua con condiciones aeróbicas. Determinándose a los 5 días y mediante ecuaciones se extrapolan los resultados a los 20 días (Letterman, 2002).
- iii. **Sólidos Totales:** estos indican la presencia de sales disueltas, son partículas en suspensión de carácter orgánico e inorgánico. Se pueden generar relaciones con parámetros como DBO y DQO, permitiendo mejores resultados (Gualdrón, 2016).
- iv. **Oxígeno Disuelto:** indicativo de la cantidad de oxígeno disponible en el agua. Permite relacionarlo con la contaminación en el agua. Así mismo, del soporte para el crecimiento y reproducción vegetal y animal. Varía dependiendo de la temperatura, las corrientes, iluminación (Castro, 2004). Niveles bajos de oxígeno se presentan en agua con altas temperaturas, existencia de algas o desechos humanos y animales. Por el contrario, en aguas turbulentas y claras se presentan altos niveles.

- v. **pH:** indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad. Puede generar alteraciones en la flora y fauna acuática. Así mismo, puede alterar la toxicidad de algunos compuestos como; metales pesados o amoniaco, entre otros (Dukatz, 2007). El Decreto 1575 de 2007 establece un valor de referencia entre 6,5 y 9,0.
- vi. **Nitratos:** en su estado natural y equilibrado este parámetro indica la descomposición de la materia orgánica, animal o vegetal (Baddi, 2005). Por el contrario, las actividades humanas como el uso de los fertilizantes artificiales o los excrementos de los animales alteran las concentraciones en los ecosistemas, generando impactos negativos.
- vii. **Fosfatos:** este parámetro contribuye al proceso de eutrofización. Producido por el exceso de nutrientes en el agua, muy relacionado con los utilizados en cultivos o por los detergentes sintéticos vertidos en los cuerpos de agua (Guevara, 2014).
- viii. **Temperatura:** esta variable es muy significativa en los cuerpos de agua, sirve como un indicativo de estabilidad ecológica. Cuando varía la temperatura puede generar cambios en la flora y la fauna presente. Puede elevar el potencial tóxico de las sustancias que se encuentran disueltas en el agua (Roldán, 2003). Para esta variable Sierra (2011) plantea un rango $<35^{\circ}\text{C}$.
- ix. **Turbidez:** es el grado de opacidad del agua por la presencia de material particulado. La transparencia del agua la determina la concentración de sustancias que limitan el paso de luz (Paukert, 2003).
- x. **Demanda química de oxígeno:** determina en una muestra de agua la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica, bajo condiciones específicas de tiempo, temperatura y de un agente oxidante (Murtinho, 2013). Con respecto al límite, Sierra (2011) plantea un límite de 75 mg/l.
- xi. **Coliformes totales:** se utilizan para identificar posibles cambios con respecto a la contaminación por materia orgánica de origen fecal, tanto animal como humana (Meyer, 2007). El Decreto

1575 de 2007 establece 0 UFC para el agua potable de consumo humano. Sierra (2011) plantea un valor de 450 UFC para sistemas lenticos y loticos.

Datos Físicoquímicos Versus Contraste de Percepciones

Una vez aplicados y analizados las respuestas de los dos instrumentos (Entrevista – Encuesta), se contrastaron los resultados *versus* los resultados de los análisis físicoquímicos y microbiológicos obtenidos para establecer las conclusiones y recomendaciones (DNP, 2015).

Reunión con los Administradores Turísticos

Con las conclusiones y recomendaciones planteadas se realizó la última visita al sector Calima Darién, con el propósito de desarrollar la correspondiente capacitación en *Educación Ambiental*. En cuyo caso se impartieron recomendaciones y estrategias para minimizar el impacto ambiental que generan las actividades turísticas (Segura, 2007). Logrando sensibilizar a un gremio para adelantar acciones que multipliquen la información que conserve el territorio. Se recalca como referencia bibliográfica; Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Se realizó reunión con los administradores del sector turístico, entrada 4 y 5. Igualmente, participaron algunos invitados de otros sectores del lago Calima, habitantes de la región y propietarios de predios. El orden del día tuvo en primera instancia el compartir de forma clara los resultados físicoquímicos y microbiológicos obtenidos, al igual que los resultados a partir de las evaluaciones en la percepción de los entrevistados y encuestados. En segunda instancia, se procedió a difundir una serie de recomendaciones que permitan contribuir al mejoramiento de la calidad del agua.

Resultados y Discusión

Con respecto al desarrollo del primer objetivo específico que cita “Caracterizar los problemas ambientales que afectan la calidad del agua del embalse” se obtienen los siguientes resultados:

Según Estudios Realizados

Las actividades agrícolas y agropecuarias en la zona usan químicos en los cultivos ubicados en las riberas de las microcuencas los cuales drena a los ríos Calima y Bravo contaminantes al agua. El problema se presenta debido al escurrimiento o infiltración (Cabadiá et al., 2019). Se depositan Nitratos y fosfatos en el embalse, generando consecuencias negativas a largo plazo (Samboni, 2007). El aporte de nutrientes se presenta en la parte media y alta de las montañas que rodean el embalse.

Por otra parte, los detergentes derivados del lavado de vehículos en la rivera del río Calima contamina las fuentes hídricas que drenan al lago. Principalmente los fines de semana. Como lo expuso Acosta y Silva (2016).

La contaminación derivada de heces fecales, producida por el no uso de baterías sanitarias conlleva a la introducción de microbios y patógenos a las fuentes hídricas. Como lo argumenta Alonso (2015). Condición muy frecuente en las entradas de libre acceso, debido principalmente a una inadecuada administración que no permite tener disponibles los baños. Por lo tanto, algunos turistas depositan sus heces directamente al lago (Ocampo, 2018). Esta condición se agrava por el ganado y los caballos que pastorean cerca de las fuentes de agua.

Por su parte, la descarga de aguas sin tratar, derivados por problemas con la planta de tratamiento de aguas residuales rurales. Esta situación genera vertimiento directo a las quebradas, lo que conlleva un grave impacto sobre la salud de los moradores y el ambiente. Así

mismo, se observan aguas residuales de algunas viviendas que caen directamente a las fuentes de agua (Zapata, 2016).

El inadecuado uso de combustibles y aceites para la navegación trajo problemas de contaminación del agua del lago desde su apertura. Como lo argumenta Gualdrón (2016). El turismo sin una coordinación que estableciera unas normas de comportamiento claras trajo al sector Calima Darién problemas de contaminación, por la introducción de desechos sólidos al agua del lago (ECOE, 2019). Desde la construcción y llenado del embalse se viene intensificando la construcción a gran escala. Aunque el proceso no implica una contaminación directa del agua sí incrementa la probabilidad de que dichas construcciones no cuenten con pozos sépticos o alcantarillado, aumentando el riesgo de vertimientos de aguas sin tratar a las fuentes hídricas (Bieco, 2015).

La deforestación en el sector como relación que tiene como tensor territorial está relacionada a la destrucción del bosque primario. Situación que incrementa los gases de efecto invernadero, además de que amplía los terrenos disponibles para la ganadería y a su vez para la construcción desmesurada. Condición que debería ser controlada como lo argumenta históricamente el Decreto 622 desde el año 1977, el cual hace referencia a la zonificación de áreas protegidas y su correspondiente protección. Las quemadas que se presentan en la zona como tensor territorial está relacionado con el deseo de tener tierras disponibles. Convirtiéndose en una segunda estrategia además del corte para la eliminación de materia orgánica. Incrementando los gases de efecto invernadero. Desde el año 1974 a través del Decreto Ley 2811 se estipuló el Código Nacional de Recursos Naturales que exige la protección del medio ambiente, desafortunadamente se cumple parcialmente.

Se evidencia una total falta de conciencia en los habitantes de la región. Algunos autores justifican esto como uno de los principales problemas en el daño ambiental, como lo argumenta Fearnside (2002). Se hace evidente la falta de conciencia en la conservación del ambiente de la región, predisponiendo a las personas a la ejecución

de acciones o comportamientos dañinos para el ecosistema acuático. A continuación, se presenta un esquema radial divergente con tensores territoriales, en el cual se ubica la falta de conciencia como punto central de los problemas que afectan al lago. De este se desprenden acciones perjudiciales como; descargas de aguas servidas sin tratar, deforestación por exceso de urbanización, mala utilización de combustible y aceites para embarcaciones y el uso excesivo de fertilizantes en la agricultura.

Figura 5.

Resumen con un esquema “Radial Divergente” de tensores territoriales que afectan la calidad del agua del lago Calima.



Fuente: elaboración propia

La falta de conciencia y pertenencia se considera el factor predisponente para desarrollo de los demás tensores territoriales.

Cerrando la búsqueda bibliográfica se resaltan los siguientes resultados destacados por algunos autores, desde la perspectiva fisicoquímica y microbiológica:

1. Cárdenas (2018) resalta en su informe la existencia de concentraciones de Coliformes Fecales en el agua del lago. Principalmente por la introducción de materia fecal de mamíferos, debido la escorrentía y agua cruda sin tratar.
2. Castro et al. (2014) menciona en su artículo el aporte de Nitratos y Fosfatos producto del uso de fertilizantes y provenientes de cultivos a las fuentes de agua.
3. Garzón y Perdomo (2020) argumenta que en análisis fisicoquímicos del agua del embalse se identifican valores por fuera de los estándares normales de sólidos disueltos, al igual que alteraciones en el nivel de oxígeno. Estos cambios están sustentados en la existencia de cierto grado de eutrofización al igual que material particulado.

Información Sociodemográfica de la Entrevista Realizada

Para la selección sociodemográfica de los entrevistados se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Guía Metodológica, Colombia (2013):

Figura 6.

Información sociodemográfica del género de los administradores entrevistados.

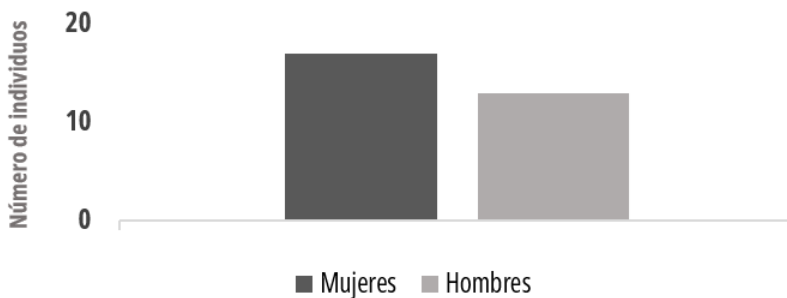


Figura 7.

Información sociodemográfica de las edades de los administradores entrevistados.

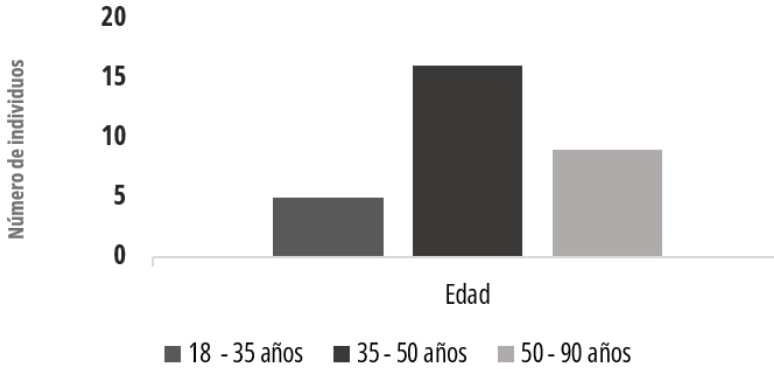
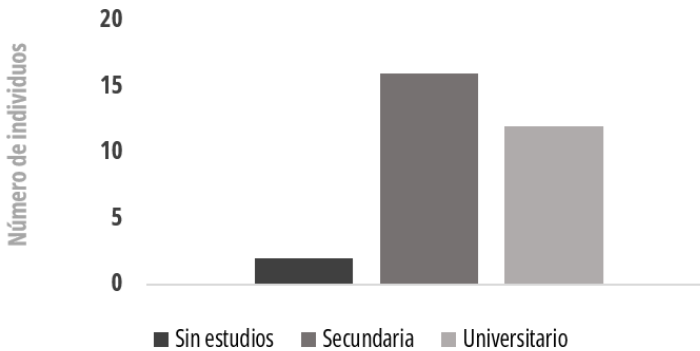


Figura 8.

Información sociodemográfica del nivel de escolaridad de los entrevistados.



El mayor porcentaje fueron mujeres las que respondieron la entrevista. Las edades con mayor prevalencia estaban comprendidas entre los 35 y 50 años. Gran parte de la población a la que se le aplico el instrumento presentaba un grado de escolaridad.

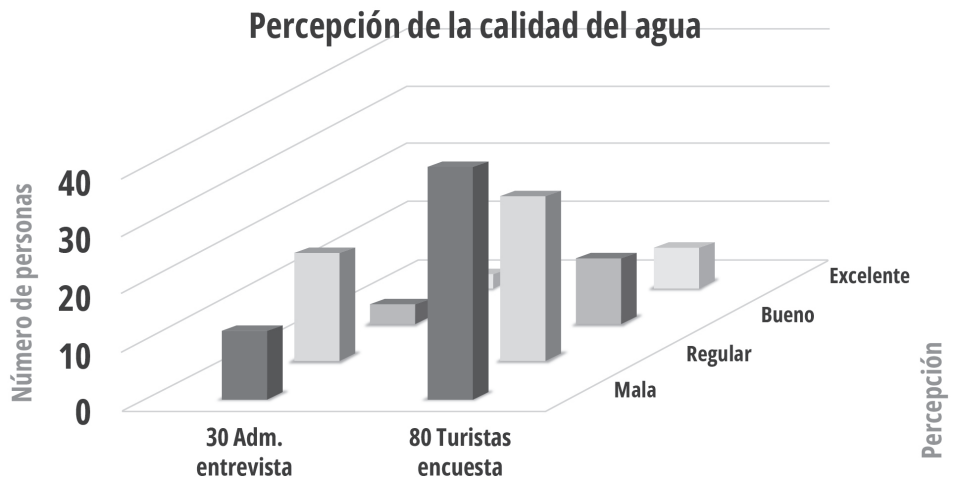
Percepción de la Comunidad

A continuación, se presentan los resultados basados en la percepción de administradores turísticos y turistas que visitan la región. En cuyo caso se aplicó el instrumento “entrevista y encuesta”.

Los criterios de clasificación subjetivos en cuanto a la calidad del agua del lago se definieron como; mala, regular, buena, excelente. Cada participante tuvo libertad en cuanto a la selección del criterio que considero adecuado. Se toma como referencia lo expuesto por: Rojas et al. (2017).

Figura 9.

Resultado de la entrevista y la encuesta aplicada a los administradores y turistas sobre la calidad del agua.



Fuente: elaboración propia

Tabla 5.

Resumen estadístico de los resultados.

Porcentajes de Percepción de la Contaminación del Agua			
Administradores		Turistas	
33,3%	Mala	47,5%	Mala
56,6%	Regular	33,7%	Regular
6,6%	Buena	12,5%	Buena
3,3%	Excelente	6,25%	Excelente

En términos de porcentaje la percepción fluctúa entre una mala y regular calidad del agua del lago Calima.

Figura 10.

Resultado de la entrevista y la encuesta aplicada a los administradores y turistas sobre el principal factor contaminante.

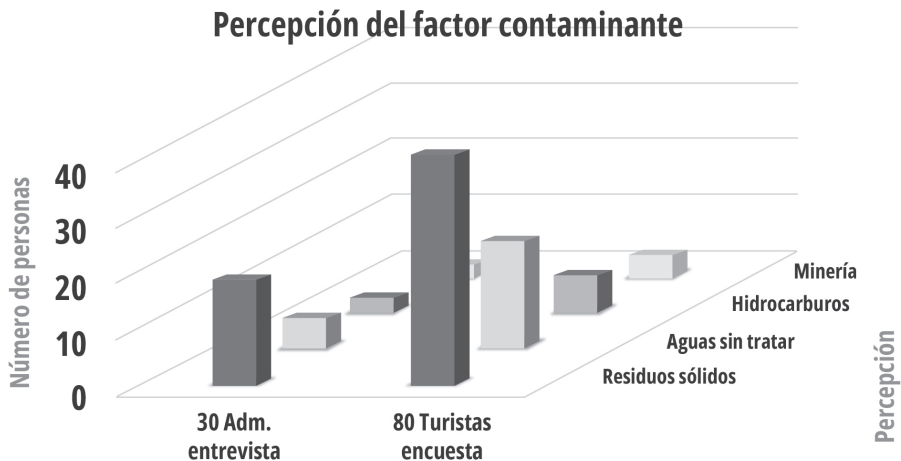


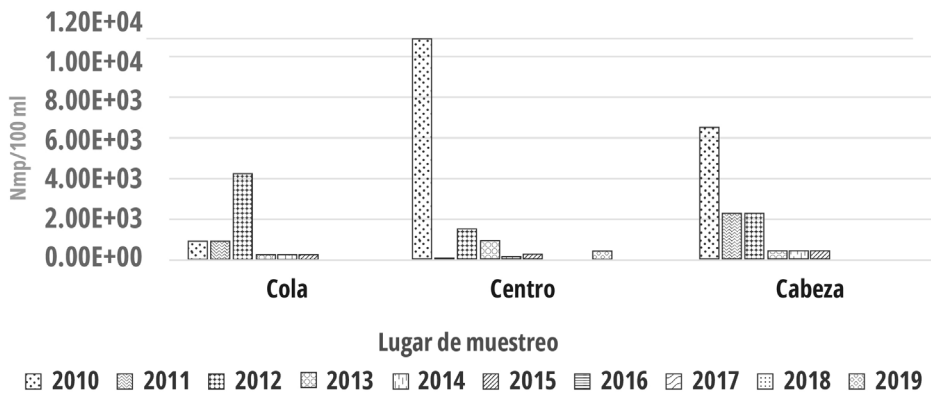
Tabla 6.

Resumen estadístico de los resultados.

Porcentajes de Percepción del Factor Contaminante			
Administradores		Turistas	
70%	Residuos sólidos	60%	Residuos sólidos
16,6%	Aguas sin tratar	27,5%	Aguas sin tratar
6,6%	Hidrocarburos	8,7%	Hidrocarburos
6,6%	Minería	3,7%	Minería

Figura 11.

Resultado comparativo de Coliformes Fecales tomados en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.

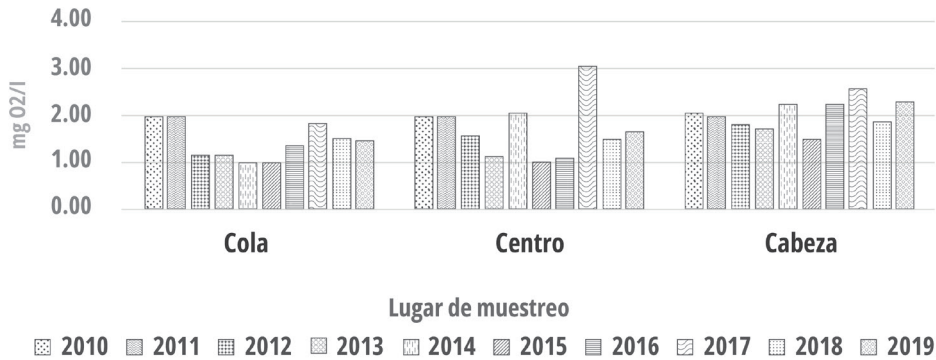


En términos de porcentaje, los residuos sólidos representan el factor más contaminante en el agua del lago. En el caso de los resultados obtenidos en los 10 años de estudio, se resalta su disminución hasta prácticamente desaparecer. Hay unos casos atípicos representados por las barras azules, que probablemente se deben a una mala técnica de muestreo. De tal forma, que en lo que respecta a la calidad del agua con relación a esta variable, esta mejoró sustancialmente. El Decreto 1575 de 2007 establece un valor de 0 UFC cuando se trata de agua potable para consumo humano, pero este no es el caso. Para uso recreativo, Sierra (2011) sugiere 10 UFC. Lo que significa que sí es apta

para actividades de esparcimiento. Mejor aun cuando desaparece (Ramos, 2008).

Figura 12.

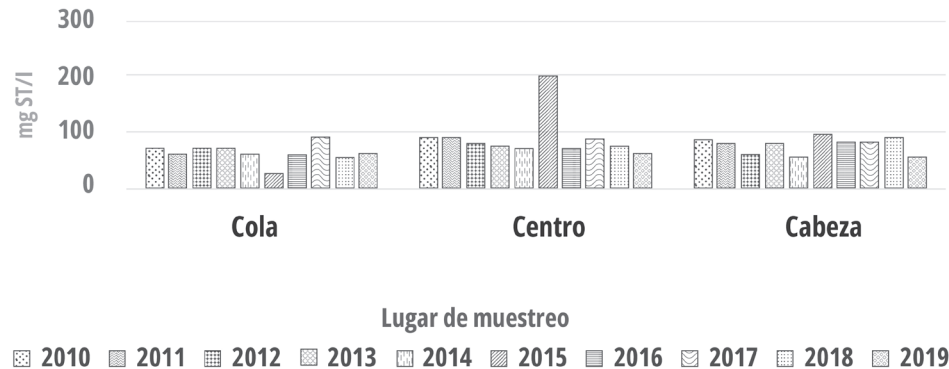
Resultado comparativo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno tomados en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



En el caso de los resultados obtenidos en los 10 años de estudio, se resalta su permanencia dentro de unos valores adecuados. Sierra (2011) sugiere un valor máximo de 5 mg/l. La tendencia en el tiempo se encuentra en un orden de 2 mg/l. El caso atípico más alto registra lo 3 mg/l. En conclusión, los valores hallados son adecuados.

Figura 13.

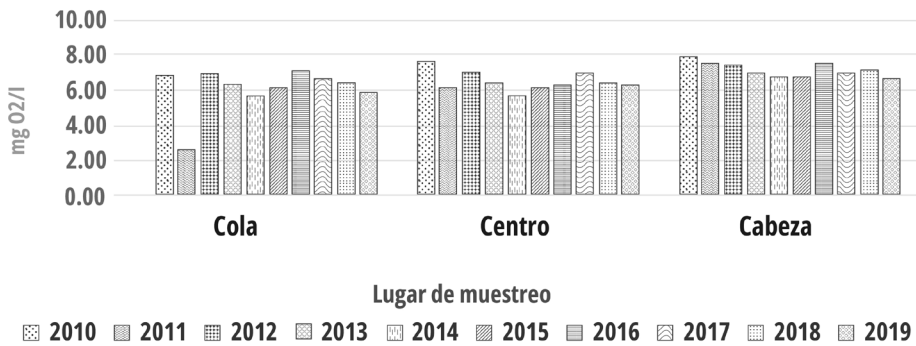
Resultado comparativo de **Sólidos Totales** tomados en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



En el caso de los resultados obtenidos en los 10 años de estudio, se resalta su permanencia por debajo de los niveles sugeridos por Sierra (2011). Hay un caso atípico en el centro del lago. Probablemente, sea consecuencia de un mal muestreo o análisis. De tal manera que no representa preocupación.

Figura 14.

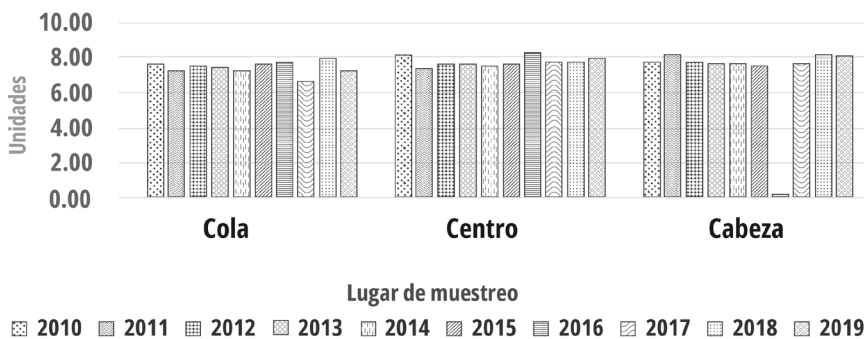
Resultado comparativo de Oxígeno Disuelto tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



En el caso de los resultados históricos obtenidos, los valores se encuentran entre los 6 y 7,5 mg /l. Esto representa un valor adecuado propio de un lago de características lénticas. Sierra (2011) sugiere un valor >4,0 mg/l.

Figura 15.

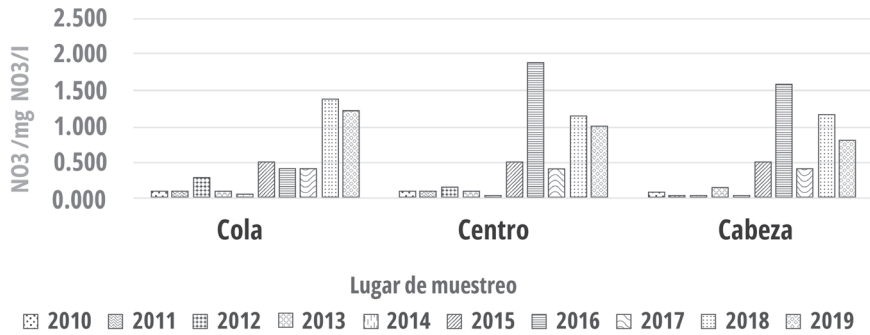
Resultado comparativo del pH tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



La tendencia histórica de los resultados del lago indica un rango entre las 7 y 8 unidades. Esto significa que el agua del lago tiene unas características alcalinas.

Figura 16.

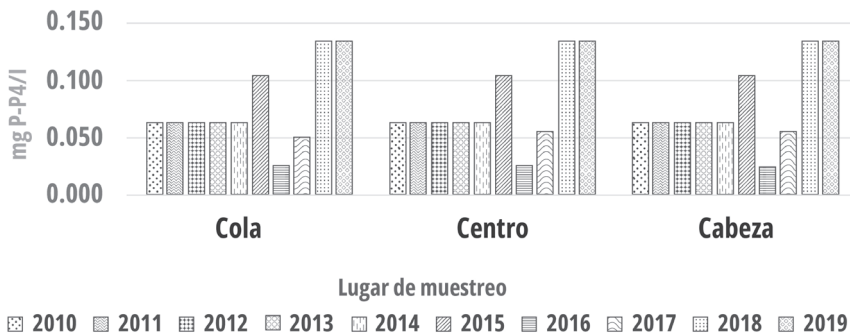
Resultado comparativo de Nitratos tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Con respecto a los resultados obtenidos en los análisis de 10 años, se observa un aumento gradual en los 3 puntos monitoreados. El Decreto 1575 de 2007 sugiere un límite de 10 mg /l. Los resultados hallados están por debajo de ese valor. De todas formas, debe considerarse la aplicación de estrategias para que los valores no continúen aumentando con el tiempo (Heim, 2007).

Figura 17.

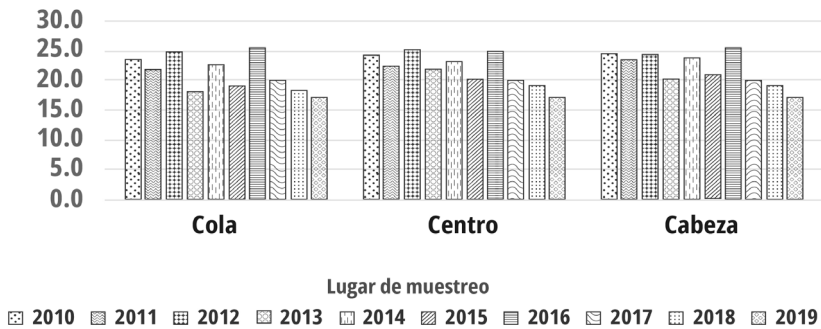
Resultado comparativo de Fosfatos tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Con respecto a los resultados obtenidos por parte de la autoridad ambiental, se observa un aumento gradual. El decreto 1575 de 2007 sugiere un límite de 0,5 mg/l. En el caso puntual de los resultados se observan valores por debajo del límite sugerido. Por consiguiente y debido al aumento, se hace necesario generar estrategias que minimicen la concentración en el agua.

Figura 18.

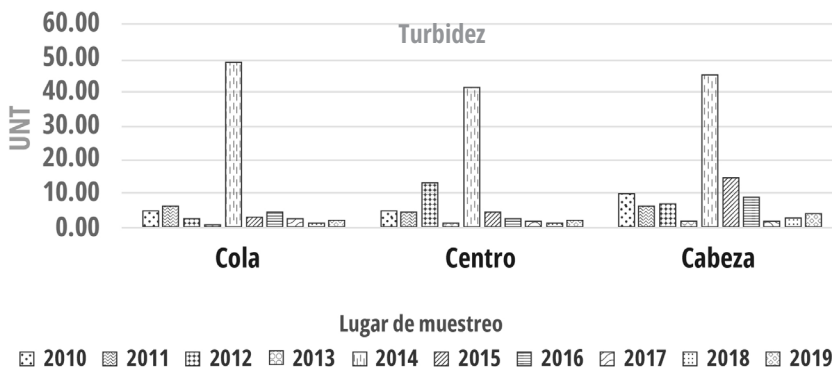
Resultado comparativo de Temperatura tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Los registros históricos en el lago muestran variaciones entre los 22 °C y 25 °C. Una variación de temperatura idónea para las condiciones propias de altitud en el lago Calima.

Figura 19.

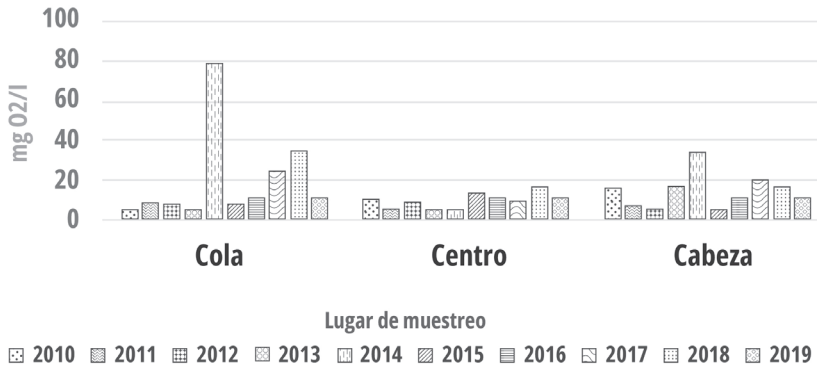
Resultado comparativo de Turbidez tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Los niveles históricos se mantuvieron por debajo de los <10 UNT. Se observan tres resultados atípicos en los lugares de muestreo, probablemente por una mala técnica. De tal manera, que en términos generales los resultados están acordes a las características del lugar.

Figura 20.

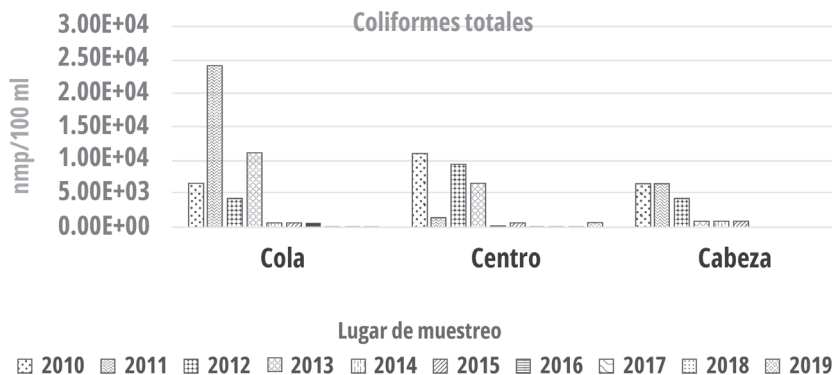
Resultado comparativo de Demanda Química de Oxígeno tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Los resultados históricos se encuentran por debajo de los 35 mg/l. Hay un resultado atípico en la Cola del embalse que podría ser el resultado de un mal muestreo.

Figura 21.

Resultado comparativo de Coliformes totales tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Al evaluar los resultados históricos obtenidos se aprecia el descenso de los valores, casi hasta desaparecer, representando una condición muy positiva para el agua del lago (Coutinho, 2009).

Tabla 7.

Variables no encontradas en el agua del lago.

Variables No Halladas	
Escherichia coli	NMP / 100 ml
Caudal	l/s
Sólidos suspendidos volátiles	mg SSV/l
Sólidos totales volátiles	mg SVT/l
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l
Grasas y aceites	mg grasas/l
Cianuro total	Ug Hg/l
Variables No Halladas	
Mercurio total	Ug Hg/l
Arsénico total	Ug AS/l
Plomo total	mg PB/l

Fuente de datos: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

Finalmente, no se encontró evidencia histórica de los parámetros mencionados en la **Tabla 7** en las muestras de agua tomadas de los tres puntos seleccionados; Cola, Centro y Cabeza. Muy positivo para el agua del embalse (Alonso, 2014).

Tabla 8.

Resultado del análisis: percepciones versus análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Resumen Comparativo	
Percepción del agua	Percepción del agua
33,3% MALA	47,5% MALA
56,6% REGULAR	33,7% REGULAR

Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico histórico (2010 – 2019) del agua del lago Calima según clasificación ICA

Resultado numérico: 86,4

Interpretación: BUENO – Apto para actividades recreativas

Conclusión: contaminación Leve

Respaldo bibliográfico para establecer dicho resultado positivo de las variables fisicoquímicas y microbiológicas:

1. American Public Health Association [APHA]. (1999). Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. 20 ed. Washington.
2. Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE) -. Avaliação da qualidade da água do Lago do Guaíba: Subsídios para a gestão da bacia hidrográfica, Ecospesquisa, 7, Porto Alegre, DMAE, 06/2003.
3. Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAN). <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp>.
4. National Sanitation Fundation (NSF). http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp.

Como resultado del estudio realizado se obtiene lo siguiente: desde el punto de vista de las percepciones y de los resultados obtenidos en los dos instrumentos aplicados, las personas consideraran que el agua del lago Calima tiene un grado de contaminación que fluctúa entre mala y regular. Estudio desarrollado principalmente en dos puntos específicos del lago en visitantes y administradores. Por el contrario, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos tomados entre los periodos 2010 y 2019 evidencian una BUENA calidad del agua del lago Calima, según la metodología analítica que se aplicó (ICA – Brown). Esto quiere decir que sus características son adecuadas para la práctica de actividades recreativas. No acarrea consecuencias

negativas para la salud de las personas. El nivel de contaminación presentado en el último año de estudio “2019” fue LEVE.

Con respecto al desarrollo del tercer objetivo específico que cita “Proponer estrategias educativas para mitigar los problemas ambientales identificados que contribuyan al mejoramiento de la calidad del agua” se obtiene:

- 1. Se sugirió la estructuración de un programa de monitoreo participativo del agua por parte de los siguientes actores (Herrera, et al., (2018); administradores turísticos y habitantes de la región.** Esto permitiría generar un sentido de apropiación y consciencia en el que no solo la autoridad ambiental tiene la responsabilidad, también la puede asumir la comunidad. Como modelo se presentó la “Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua” de la Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación del 2018. Aplicando el monitoreo participativo se pueden cumplir los siguientes objetivos; evaluación de la calidad del recurso hídrico, conocimiento de la importancia de la calidad del agua y su relación con el bienestar humano y la salud de los ecosistemas, valorar los impactos de los usos del agua y reconocer la importancia del control y vigilancia de la calidad del agua, las alertas tempranas y una buena respuesta coordinada (CAO, 2008). Para el desarrollo del monitoreo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos: parámetros que deben ser controlados, ubicación y frecuencia de la toma de muestras, métodos y equipos de análisis y toma de muestras, calendarios de toma de muestras, responsabilidades y aptitudes del personal, formatos en los que se anotarán y conservarán los resultados y requisitos relativos en la presentación de informes (MMAyA, 2017). Con la información obtenida se consolidará una base de datos acerca de la calidad del agua. Para definir un buen parámetro de seguimiento (ANA, 2016) plantea: debe ser representativo de las sustancias por encontrar, ser medible y comparable con un estándar definido, medible con una frecuencia para observar tendencias, permitir alertas tempranas para aplicar correctivos, ser económicamente medible

y tener resultados entendibles para divulgar. Finalmente, el punto de muestreo debe ser (APHA, 1999); accesible, seguro, punto de control sin sospecha de contaminación, representativo del curso de agua de un sector, representativo del uso que se le da al agua como residencial o residual, identificable y poco vulnerable a la contaminación (OMS, 2005).

- 2. Se recomendó la creación de zonas y tiempos de amortiguamiento en los sectores 4 y 5 o aquellos con alta carga de visitantes.** Esta sugerencia es tomada a partir del Decreto 2372 del 2010, aplicada a parques nacionales naturales, en el que se resalta la importancia de establecer áreas y tiempos de recuperación en los ambientes naturales. Es claro que el sector Calima Darién no constituye un parque nacional, pero no deja de poseer un gran valor en recursos hídricos y biodiversidad para la región. Por lo tanto, se resaltaron las ventajas de establecer cierres temporales al final de las temporadas de alta afluencia turística en determinadas zonas. Por tal razón, se recomendó tomar como marco de referencia el manual para la delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras de parques nacionales. Estos espacios de amortiguamiento por lapsos de tiempo son aplicados en el Parque Tayrona en el departamento del Magdalena (Ley 99 de 1999). Al final de cada temporada turística se cierra el parque por alrededor de un mes, impidiendo el tránsito de embarcaciones turísticas y actividades recreativas. Para el caso puntual de Calima Darién se establecerán cierres por sectores reducidos, de tal forma que no afecten la economía del sector. Una estrategia es cerrar la entrada 4 un par de semanas mientras la 5 se mantiene operativa. Posteriormente, se invierte el cierre. La biodiversidad es un patrimonio nacional que debe protegerse y aprovecharse en forma sostenible.
- 3. Se plantea el establecimiento de una estrategia de “Educación Ambiental” al ingreso de las zonas de libre acceso.** Quienes deben asumir esta responsabilidad son los administradores turísticos (Ley 1558, 2012). Para tal fin, se designará a un grupo de personas que hayan recibido recomendaciones puntuales en protección del medio ambiente, y que compartan la información

con los turistas que desean ingresar al sector (Elosegi, 2009). Esta iniciativa nace de lo establecido en las áreas de parques nacionales, donde los funcionarios realizan una charla de 10 minutos, resaltando la buena disposición de residuos sólidos, uso de las baterías sanitarias “Secas preferiblemente”, uso de los senderos, comportamientos de protección de flora y fauna, entre otros (Martínez, 2021).

4. **Se expone la prioridad de establecer el plan de gestión integral de residuos sólidos o también llamado “PGIRS”, como lo exige el Decreto 1147 de 2015.** En cuyo caso se responsabilizarán los administradores turísticos de cada área de libre acceso. Se dispondrán los puntos ecológicos de recolección y clasificación por colores y con información clara. Igualmente, se dispondrá de una zona de almacenamiento y reclasificación de estos. Se realizarán acuerdos con empresas recicladoras que recojan todo el material almacenado. Paralelo a esto y teniendo en cuenta la estrategia de educación ambiental planteada, se enfatizará a los administradores el no uso y venta de alimentos que utilicen Icopor, pitillos de plástico o plásticos de un solo uso. Argumento válido amparado por la Política Nacional de Turismo de Naturaleza (2012). Fomentar el desarrollo conservando los recursos naturales y calidad de vida. Finalmente, se ubicarán en zonas estratégicas avisos que enfatizen la importancia de mantener las zonas limpias.
5. **Se propuso establecer y fortalecer el cuidado del medio ambiente mediante la aplicación de estrategias de vigilancia contra actividades ilegales.** Para lo cual, se toma como referencia lo determinado por la Ley 1801 del 2016, que establece en su título 9 artículo 96 la facultad que tiene la Policía Nacional para exigir y control los actos que pongan en peligro la estabilidad ambiental. De tal forma, que los administradores buscarán apoyo de la autoridad cuando sean testigos de actos que dañen el medio ambiente y que terminen afectando el agua del embalse. Así mismo, se enfatizó el derecho de “asociar” a los representantes del sector turístico (Hincapié, 2020). En cuyo

caso, se establecerán fechas, tiempos, lugar y objetivos para reunir a los administradores turísticos, con el propósito de analizar las diversas problemáticas y plantear soluciones que minimicen la contaminación del agua. La unión hace la fuerza y marca la diferencia en la obtención de objetivos que a la larga beneficiarán a todos.

- 6. Una vez establecida una asociación que reúna a los administradores turísticos, se sugirió el acercamiento de los líderes con los mandatarios municipales y con la autoridad ambiental.** Esto con el propósito de buscar el respaldo para la puesta en marcha en la región del plan de ordenamiento y manejo de cuencas, como lo estipula la *Guía Técnica para la Formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas* del Ministerio de Ambiente 2014. Igualmente, se sugirió la concientización de las autoridades en el control de la deforestación, establecido por el Decreto 1257 de 2017. La figura asociativa permitirá unir ideas para la búsqueda de un fin común, permitiendo un acercamiento mucho más creíble y participativo con las autoridades municipales, empresa de energía y autoridad ambiental. Es preciso atacar los problemas que afectan la calidad del agua desde el páramo del Duende, hasta el borde del lago, controlando los vertimientos de aguas crudas a las fuentes de agua y frenando la deforestación, como lo argumenta Mena Victoria, (1997). Amparado por el Plan de Desarrollo Municipal.
- 7. Se planteó el establecimiento de campañas de limpieza terrestre y subacuática cada tres meses.** Este modelo histórico se aplica en el sector de Taganga – Santa Marta en las temporadas de mitad y final de año desde hace varios años. El propósito es invitar a las escuelas y centros de buceo de la ciudad de Cali para respaldar dicha acción. El objetivo es extraer la mayor cantidad de residuos sólidos del fondo cercano a la orilla de las entradas de libre acceso. Tarea que se desarrollará en un máximo de 10 metros de profundidad. Este modelo de iniciativa deja muy buenos resultados en el departamento del Magdalena en inmediaciones del parque Tayrona, resultando en una buena cantidad de kilos

de desechos extraídos. Los propios clubes de buceo brindan testimonio de todo el material que reposa en el fondo del Calima. Es preciso evitar la dispersión y posterior contaminación de residuos sólidos (Agua Sustentable, UICN, 2017). Recuperar el material del fondo es una tarea necesaria y adecuada para el mantenimiento de la calidad del agua del embalse (Gil, 2014).

Con la estructuración inicial de los objetivos planteados en este trabajo de investigación y los resultados obtenidos, se abre un camino de inquietudes que deberían ser abordadas por futuros investigadores (Goldman, 2012). Si bien es cierto que se deja un precedente al comparar las percepciones de las personas versus los resultados fisicoquímicos y microbiológicos realizados por la autoridad ambiental. De tal manera, que se requiere un estudio más específico que identifique con precisión las fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua utilizando diversas metodologías, como lo argumenta Cahoy y López (2017). Dicho estudio debe involucrar una mayor área y tener en consideración la percepción de otros habitantes del sector o visitantes que llegan con relativa frecuencia al lugar. Es un hecho que la construcción y puesta en marcha de embalses contribuyen significativamente en la liberación de gases de efecto invernadero, como lo plantea en su estudio Kelly et al. (1997). Por ende, no se puede permitir que estos a su vez se conviertan en depósitos de agua contaminada. Con el primer reto a vencer es suficiente, para tener que sumarle otro más. Es importante frenar el cambio climático para la supervivencia de las futuras generaciones, a través de estrategias eficientes como las planteadas por Edenhofer, (2011). Pero a su vez se hace necesario la conservación del agua de los ríos, lagos y océanos. La potabilidad del agua es vital para la supervivencia de la raza humana, como lo sugiere la Resolución 2115 de 2007 en Colombia. Las percepciones de las personas tienen un carácter subjetivo que están determinadas por vivencias, experiencias o estados emocionales. En los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se pueden cometer errores en el muestreo o en la interpretación de estos (ZAAG, 2005). Por tal razón, se requieren mayores estudios comparativos en lo subjetivo y objetivo, en la opinión y en la experimentación (Tambo,

2015). La experiencia de otros estudios ambientales en diversos lugares se tendrá en cuenta para el restablecimiento del equilibrio ambiental y económico de una región (Corredor, 2016).

Cerrando este informe es conveniente resaltar los siguientes trabajos investigativos que analizan la calidad del agua del lago Calima. Entre los que se destaca los siguientes:

“Estudio Limnológico de varios sistemas lóticos y lénticos aledaños a la reserva Yotoco – Valle del Cauca, Colombia”. Desarrollado por el departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia (Beltrán et al. 2016). En cuyo caso se obtuvieron resultados fisicoquímicos que permitieron medir la calidad del agua en dicho año, teniendo presente unas referencias preestablecidas que establecían contaminación del agua. El trabajo desarrollado fue excelente, ya que en el informe final se comparaban dichas mediciones con otros cuerpos de agua del territorio nacional. Al final, el análisis demostró que una buena parte de las fuentes de agua en Colombia presentan niveles de contaminación que requieren una intervención inmediata.

Igualmente, es importante resaltar el trabajo denominado; “Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica”. Publicado por RED CYTED, programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, Buenos Aires, Argentina en el 2011. Cuyo contenido expone un amplio portafolio de resultados investigativos en ecosistemas acuáticos. Identificando el grado de afectación antrópica en los mismos. Destacándose trabajos como en el lago Atitlán en Guatemala, lagos y lagunas en la Patagonia, Lago de Maracaibo en Venezuela, entre otros. Un trabajo muy completo sobre análisis de aguas.

De acuerdo con Morales (2018) se resalta el gran potencial y desarrollo de estrategias turísticas en la región de Calima-Darién, en donde se asocian actividades positivas que fortalecen la economía, pero que impactan negativamente el medio ambiente. Finalmente, se resalta la importancia del trabajo denominado “Estudio de viabilidad para una

agencia de turismo ecológico en el Valle del Cauca ubicada en la ciudad de Santiago de Cali” (Castro et al. 2014). En esta investigación resaltan las variables para determinar la inversión inicial, tipo de financiación, costos y gastos; evaluación de los presupuestos e indicadores de liquidez, solvencia y rentabilidad para fortalecer y desarrollar un turismo ecológico en el departamento del Valle del Cauca.

Conclusiones

Las fuentes hídricas que vierten sus aguas al lago tienen carga de nitratos y fosfatos, producto de actividades agrícolas en la parte alta y media de las montañas que rodean al embalse. Se suma el lavado de vehículos con detergentes cerca de los ríos que drenan al embalse y el inadecuado trabajo de la planta de tratamiento de aguas residuales rurales, vertiendo aguas al lago sin un tratamiento adecuado. Así mismo, se agrava el problema al no existir baterías sanitarias suficientes y disponibles en las áreas de libre acceso, lo que genera que los turistas depositen sus desechos directamente en las aguas. Se evidencia falta de conciencia por parte de turistas y administradores en el buen uso de combustibles y aceites para la navegación, en el control de la deforestación, las quemas y una buena coordinación de actividades turísticas que no atenten contra el equilibrio ambiental. Desde la percepción de la comunidad el nivel de calidad del agua del embalse fluctúa entre mala y regular. El principal factor contaminante del agua fue seleccionado como residuos sólidos.

Con respecto al análisis de los resultados del estudio fisicoquímico y microbiológico los coliformes fecales disminuyeron con el tiempo, prácticamente hasta desaparecer en los últimos años del estudio. Las variables Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales, Oxígeno Disuelto, pH, temperatura, Turbidez, Demanda Química de Oxígeno, Coliformes totales se encuentran dentro de los límites normales según normatividad colombiana y sugerencias de diversos autores. Se resalta la no existencia de Cianuro, Arsénico, Plomo o Mercurio. Se evidencia un pequeño aumento de Nitratos y Fosfatos en los tres

puntos de muestreo en el periodo evaluado. Aunque aún no supera los límites establecidos.

Finalmente, aunque la percepción que tiene la población sobre la calidad del agua es predominantemente negativa, los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos demuestran que el agua del lago Calima tiene un grado de contaminación leve, siendo adecuada para el desarrollo de prácticas recreativas o deportivas, sin afectar la salud humana.

Referencias

- Alonso, J. (2015). Formulación participativa de lineamientos para el diseño de un producto de turismo de naturaleza en zona rural del municipio de Calima. [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. Red uao, Colombia, El Darién.
- Alonso, D. L., Latorre, S., Castillo, E. y Brandáo, P.F.B. (2014). Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review. *Environmental Pollution*, 186, 272 – 281.
- Acosta, A. y Silva, J. (2016). Análisis del índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano - IRCA y su relación con las variables meteorológicas (precipitación y temperatura) y la ubicación geográfica para el departamento del Valle del Cauca en el periodo 2012-2013. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/406
- Agencia Nacional de Seguridad Vial (2021). Guía para el diseño e implementación de mediciones de satisfacción y percepción de servicio al ciudadano. Departamento Nacional de Planeación.
- Arboleda, J. (2008). *Manual de impacto ambiental de proyectos, obras, o actividades*. Medellín; EPM, P. 110
- Alcaldía Municipal de Restrepo (2010). Propuesta cartográfica y caracterización de las microcuencas que drenan hacia la cuenca

del río Calima en el municipio de Restrepo, Valle del Cauca. Fundación para el fomento del Desarrollo Sostenible. Secretaría de Planeación Municipal, Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA.

American Public Health Association [APHA] (1999). *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. 20 ed. Washington.

Agua Sustentable, [UICN], 2017. *Diseño del sistema de monitoreo público social de calidad de agua Lago Titicaca (Bolivia – Perú)* La Paz, Bolivia.

Autoridad Nacional del Agua [ANA] (29 de Abril 2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*, Lima – Perú: Autoridad Nacional del Agua.

Beltrán, G. M. G., Barena, L. L. Q., Velasco, D. A. A., Ladino, C. G., y Álvarez, J. M. (2016). *Estudio limnológico de varios sistemas lóticos y lénticos aledaños a la reserva Yotoco-Valle del Cauca, Colombia*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., y Tozer, R. G. (1970). A water quality index-do we dare. *Water and sewage works*, 117(10).

Baddi, Z., Garza, C. y Landero, F. (2005). Los indicadores biológicos en evaluación de la contaminación por agroquímicos en ecosistemas acuáticos asociados. *Cultura científica y tecnológica*, 2(6), 4-20.

Bieco, G. (2015). *Ciclo del carbono y modelización biogeoquímica de un lago somero hipertrófico: la Albufera de Va*. Valencia: Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología evolutiva. [Tesis de grado, Universidad de Valencia].

Bastviken D, et al. (2004) Methane emissions from lakes: dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biochem Cycles* 18(1),1-12.

- Cabadía González, S., Moreno Bautista, S.J. y De Vera Ospina, N. (2019). *Parque acuático del Valle: Proyecto paisajista para la potencialización regional. Universidad Piloto de Colombia*. [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio unipiloto, Colombia, Bogotá. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6055>
- Caho, C. y López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el Sector Occidental del Humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 32-49. DOI: 10.22507/pml.v12n2a3
- Cárdenas, H. (2018). *Genocidio Silencioso, desechos, químicos, peligrosos y pesticidas prohibidos en Colombia y el mundo*. Universidad del Rosario.
- Castro, V., Carvajal, V. y Londoño, B. (2014). *Estudio de viabilidad para una agencia de turismo ecológico en el Valle del Cauca ubicada en la ciudad de Santiago de Cali*. [Trabajo de grado, Fundación Universitaria Católica Lúmen Gentium]. Repositorio unikatolica, Colombia, Cali.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J. y Diaz, D. (2004). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 111-124. <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- CAO (2008). *Monitoreo participativo del agua: Guía para prevenir y manejar el conflicto*. Washington, DC – USA: Oficina del asesor en cumplimiento / Ombudsman (CAO)
- Comité Local Para la Prevención y Atención de Desastres CLOPAD Calima – El Darién (2011). Documento de caracterización general de escenarios de riesgo.
- Constitución Política de Colombia (1991). Art. 8 Es obligatorio del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación. Artículos: 79, 80, 95, 334, 366
- Contraloría departamental del Valle del Cauca (2005). *Auditoria con enfoque integral abreviada Municipio de Calima el Darién*. Informe. Colombia.

- Corredor, M. L.; Galarza, B. G.; Hernandez, A, E.; Macariz, I.; Tamayo, M. A. y Vallejo, M. (2016). Análisis físicos y químicos en cuatro ecosistemas acuáticos en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Politecnica*, 18(3), 5-25.
- Cotinho, H. L.; Noellemeyer, E.; Jobbagy, E.; Jonathan, M. y Paruelo, J. (2009). Impacts of land use change on ecosystems and society in the Rio de La Plata Basin. *Applying Ecological Knowledge to Landuse Decisions*, 56(1), 1-24.
- Decreto 1147 de 2015, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Colombia
- Decreto 2372 de 2010, Sistema Nacional de Áreas Protegidas, categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. Colombia
- Decreto 622 de 1977, Código de los Recursos Naturales y zonificación de las áreas protegidas. Colombia
- Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente. Colombia
- Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Colombia
- Decreto 1257 de 2017. Por el cual se crea la comisión intersectorial para el control de la deforestación y la gestión integral para la protección de bosques naturales y se toman otras determinaciones. Colombia
- Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2015). Lineamientos para el diseño e implementación de mediciones de percepción y expectativas ciudadanas. Colombia
- Dukatz, F. y Ferrati, R. (2007). Sistematización del análisis y clasificación de cuerpos de agua según permanencia mediante sensores remotos. *Environment and Natural Resources*, 1(1), 1102-1007.

- Departamento Municipal de Águase Esgotos [DMAE] (2003). Avaliação da qualidade da água do Lago do Guaíba: Subsídios para a gestão da bacia hidrográfica, *Ecospesquisa*, 7, Porto Alegre, DMAE, 06/
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R. y Sokona, Y. (2011). *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Elosegi, A. y Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. first ed. Fundación BBVA, Bilbao.
- ECOIE (2019). *Fundamentos en Medio Ambiente y Gestión de Residuos. Ecología y medio ambiente*. Español. Páginas 2019.
- Fearnside (2002). Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water Air and Soil Pollution* 133(1), 69–96.
- Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roessler [FEPAN] (S.F.) <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp>.
- Garzón, J. y Perdomo, D. (2020). Índice de calidad hídrica – WQI 2019-2020 *Red de calidad hídrica tradicional de Bogotá, Grupo: Recurso hídrico superficial. Informe técnico No. 00886, de secretaria distrital de ambiente, dirección de control ambiental, subdirección de recurso hídrico y del suelo*. (Número de informe 00886). Serna Perez, D. <https://orarbo.gov.co/es/documentacion-y-enlaces/listado/indice-de-calidad-hidrica-wqi-2019-2020>
- Gil J. A. (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables fisicoquímicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. Universidad de Manizales.
- Giordano, M. y Shah, T. (2014). from IWRM back to integrated water resources management. *International Journal of Water Resources Development*. 30(3):364-376. <https://doi.org/10.1080/07900627.2013.851521>

- Guevara, G. (2014). Evaluación ambiental estratégica para cuencas prioritarias de los Andes Colombianos: Dilemas, Desafíos y Necesidades. *Acta Biológica Colombiana*, 19(1),11-24.
- González, G. (2012). *Microbiología del Agua: Conceptos y aplicaciones*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Goldman - Benner, R. L., Benitez, S., Bauchner, T., Calvache, A., Daily, G., Kareiva, P., Kroger, T. y Ramos, A, A. (2012). Water funds and payments for ecosystem services: practice learns from theory and theory can learn from practice. *Oryx*. 46(1): 55-63. <https://doi.org/10.1017/S0030605311001050>
- Gualdrón, L. (2016). *Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos*. Compendio de trabajos de investigación. *Revista Dinámica ambiental*. Línea de investigación: saneamiento ambiental. Universidad Libre.
- Guía Metodológica Colombia (2013). *Sistema Nacional de Estudios y Encuestas Poblacionales para la Salud*, Conceptualización. Gobierno Nacional. Colombia
- Herrera, J. y Caballero, J. (2018) Metodología de análisis de las dinámicas, cambios y transformaciones territoriales que se presentan en los paisajes de influencia de un proyecto de desarrollo lineal, *El Ágora USB*, 19(1).197-218: <https://doi.org/10.21500/16578031.4127>
- Herrera, C., Pacheco Mollinedo, P., Elena Orihuela, M., Piñeiros, M.L. y Cobo, E. (2018). Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua. 1st ed. [e-book] Quito - Ecuador: Ana María Arroyo, p.73. *Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación*. Editorial UICN. Recuperado de: <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>
- Hincapié, M. (2020). *Formas Asociativas: El Derecho de las Asociaciones* (1. a ed., Vol. 1). U. de Medellín.

- Heim, W. A., Coale, K. H., Stephenson, M., Choe, K. Y., Gill, G.A. y Foe, C. (2007). Spatial and Habitat – Based Variations in Total and Methyl Mercury Concentrations in Surficial Sediment in the San Francisco Bay – Delta. *Environmental Science and Technology*, 41 (10), 3501 – 3507.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- Jaramillo Franco, D.C. (2015). *Aprovechamiento del suelo y agua con secuelas sobre la humanidad y los ecosistemas en Calima, Darién. Universidad Católica de Pereira. Noveno semestre Diseño industrial.*
- Joslina, A.J., Jepson, W.E. (2018). Territory and authority of water fund payments for ecosystem services in Ecuador's Andes. *Geoforum*. 91, 10-20. [https://doi.org/10.1016/j-geoforum.2018.02.016](https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.016)
- Kelly, C. A., Rudd, J. W. M., Bodaly, R. A., Roulet, N. P., St. Louis, V. L., Heyes, A., ... y Edwards, G. (1997). Increases in fluxes of greenhouse gases and methyl mercury following flooding of an experimental reservoir. *Environmental Science and Technology*, 31(5), 1334-1344.
- Letterman, R. D. (2002). *Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria* (5 edición). Madrid, España: McGrawHill.
- Loaiza, S. (2016). *Cuantificación de gases de efecto invernadero generados en represa y embalses tropicales: caso Calima - Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Unal, Colombia, Palmira.*
- López, H, Montenegro, O. y Llévano, L. (2014) *ABC de la Biodiversidad*, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- Lerma, H. (2016). Metodología de la investigación, Propuesta, anteproyectos y proyecto. Quinta edición. Ediciones ECO.
- Ley 1801 del 2016, Código Nacional de Policía y Convivencia.
- Ministerio de Salud y Protección Social (2019). Guía para la identificación de experiencias en participación social por parte de las entidades territoriales. Oficina de gestión territorial, emergencias y desastres. Colombia
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Colombia
- Ley 165 de 1994, Lineamientos Internacionales de Turismo Sostenible y Biodiversidad. Colombia
- Ley 1558 de 2012. Ley del turismo / Esencial para el desarrollo social y económico pero sostenible con el medio ambiente. Colombia
- Ley 99 de 1993, La biodiversidad es un patrimonio nacional que debe protegerse y aprovecharse en forma sostenible. Colombia
- Manrique, E.H. (2010). *Hidroeléctricas e impacto ambiental*. [Trabajo de Maestría]. Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia.
- Márquez, G. (2014). *Ecosistemas estratégicos embalses en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Meyer, J. L., Strayer, D. L., Wallace, J. B., Eggert, S, L., Helfman, G.S. y Leonard, N. E. (2007). The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks. *Journal of The American Water Resources Association*, 43 (1), 86-103.
- Morales, G. (2018). *Determinación del estado actual de la competitividad empresarial en el destino turístico Calima – El Darién, Valle del Cauca, Colombia*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Occidente], Red UAO Cali, Colombia.
- Murtinho, F., Tague, C., Bievre, B. de, Eakin, H. y Lopez-Carr, D. (2013). Water Scarcity in the Andes: A comparison of Local

Perceptions and Observed Climate, Land Use and Socioeconomic Changes. *Human Ecology*, 41(5), 667-681.

Parques Nacionales Naturales de Colombia (2008). *Manual para delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras*. Global environment facility.

Martínez, L. (2021). *Los parques nacionales naturales en el contexto de la normatividad ambiental: un acercamiento a la educación ambiental y la identidad del lugar*. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Pedagógica, Colombia, Bogotá D.C.

MMAyA (2017). *Guía para la implementación de sistemas de monitoreo y vigilancia de la calidad hídrica*. 1era ed. La paz – Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Mena Victoria, A.C. (1997). *Resistencia ante las plantaciones forestales comerciales en el suroccidente colombiano*. Editorial Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

National Sanitation Foundation [NSF]. http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp.

Norma Técnica Colombiana NTC 1500. Código Colombiano de Fontanería.

Ocampo, O.C. (2018). *Análisis de prácticas ecoturísticas: la responsabilidad de prestadores de servicios turísticos en el desarrollo sustentable del turismo*. Editorial Academia española.

OMS (2005). *Water Safety Plans: Managing drinking water quality from catchment to consumer*, Génova, Suiza. World Health Organization.

Ortiz, R. (2011). *Hidráulica, Generación de energía*. Ediciones de la U. Español. Páginas 196. ISBN 9588675898

Orejuela, E. (2015). *Lago Calima Darién Colombia*. Edición Kindle. Páginas 121. ASIN: 9588675898

- Osorio Marulanda, C. (2015). *La gestión del agua. Implicaciones de la participación de expertos y ciudadanos*. Editorial Catarata. Primera edición.
- Palacio Baena, J., Aguirre Ramírez, N.J. y Ramírez Restrepo, J.J. (2007). Características limnológicas del embalse El Peñol - Guatapé, *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*, 6 (10), pp 53 - 66.
- Palau, A. y Prieto, C. (2009). Hidroelectricidad, embalses y cambio climático. *Ingeniería Del Agua*, 16 (4), 311-324. <https://doi.org/10.4995/ia.2009.2959>
- Pérez, J.L., Salcedo-Hurtado, E.J., y Mora-Páez, H. (2014). Análisis sismotectónico regional como contribución al estudio de las fuentes sismogénicas locales en la zona del embalse Calima, Valle del Cauca, Colombia. *Boletín de Geología*, 36 (2): 101-124.
- Política Nacional de Turismo de Naturaleza (2012). *Fomentar el desarrollo conservando los recursos naturales y calidad de vida*. <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=538cfa4b-0308-49b2-85f5-4fc700328825>
- Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Regional de Rio Bravo. (2017). *Proyecto “Establecimiento de un área protegida en el alto y bajo Calima, área clave de biodiversidad en el Valle del Cauca, Colombia”*, SIDAP, WWF, CVC, CRITICAL, ECOSYSTEM, Fundación Trópico. SIBColombia. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/201902/PLAN%20D%20MANEJO%20RFPR%20RIOBRAVO%20.pdf>
- Pukert, C.P. y Willis, D.W. (2003). Aquatic Invertebrate assemblages in shallow prairie lakes: fish and environmental influences. *Journal of freshwater ecology*, 18(4), 523-536.
- Quiroga Martínez, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.

- Quiroz, F., Izquierdo, K. y Menéndez, G. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 38(3), 41-51.
- Rojas, J., Robayo, V. y Córdoba, D. (2017). *Calidad del agua*. Superintendencia de Servicios públicos domiciliarios, Departamento Nacional de Planeación. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/ebook_calidad_de_agua-26-12-2017-vbibianal.pdf
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia.
- Ramos O, L. M., Vidal, L. A., Vilardey Q, S. y Saavedra D, L. (2008). Análisis de contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 13 (3), 87-98.
- Resolución 2115 de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Colombia
- Samboni R, N. E., Carvajal E, Y. y Escobar, C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación*, 27(3), 172-181.
- Segura Triana, L. E. (2007). Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Escuela superior de Administración Pública ESAP [Tesis de grado, Escuela superior de administración pública]. Bogotá D.C., Colombia.
- Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Editorial, Ediciones de la U de Medellín.
- Tambo, C. (2015). *Propuesta de un índice de calidad del agua como herramienta de gestión para los humedales capitalinos* [Tesis de

- grado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Usta, Colombia, Bogota D.C.
- Wetlands International (4 de diciembre del 2017). *Wash and Water Security: integration and the role of civil society*. <https://www.wetlands.org/publications/wash-water-security-integration-role-civil-society/>
- Zapata Arias, H. F. (2016). *Alcaldía de Calima El Darién - Valle del Cauca.*: http://www.calimaeldarien-valle.gov.co/informacion_general.shtml.
- ZAAG, P. (2005). Integrated Water Resources Management: Relevant concept or irrelevant buzzword? A capacity building and research agenda for Southern Africa. *Physics and chemistry of the Earth of the parts A/B/C* 30(11-16), 867-87.

Anexos

Anexo 1.

Entrevista administradores.

Entrevista para Administradores	
Entrada 4 y 5 Lago Calima	
Modulo	Preguntas
Presentación	¿Por favor díganos su nombre, su actividad económica en el lago y el tiempo que lleva ofertando sus servicios?
Conocimiento del tema	¿Qué conocimiento actual tiene sobre la calidad del agua del Lago Calima?
	¿Qué factores cree que podrían contribuir al deterioro o contaminación del agua del embalse?
	¿Considera el sector turístico como un factor que puede contribuir al deterioro del agua?
	¿Desde su comprensión cree que el progresivo deterioro del agua podría afectar la biodiversidad del embalse y al hombre?
Acciones frente a la reducción de la contaminación	¿Qué conocimiento tiene sobre el grado de participación del sector turístico en la reducción de la contaminación del agua?
	¿Usted como administrador turístico desarrolla estrategias locativas para minimizar o impedir la contaminación de las aguas del embalse?
	¿Usted como administrador turístico genera y promueve estrategias para concientizar a los visitantes sobre la reducción del impacto ambiental?
	¿Usted como administrador turístico busca y analiza en otros operadores estrategias que puedan servirle como modelo en la reducción del impacto ambiental?
	¿Usted como administrador turístico capacita a sus trabajadores en la reducción del impacto ambiental?
Conocimiento de participación municipal o de grupos	¿Qué conocimiento tiene de la alcaldía o municipalidad frente al desarrollo de estrategias que permitan disminuir o controlar los factores contaminantes del agua del lago?
	¿Tiene conocimiento de alguna organización privada que trabaje en pro del cuidado medio ambiental del agua del embalse?
	¿En materia de normatividad conoce alguna ley, decreto o resolución en Colombia que hable sobre conservación del agua?

Anexo 2.*Encuesta visitantes.*

Escuesta para Visitantes		
Entrada 4 y 5 Lago Calima		
Con respecto a las siguientes preguntas marque con una X la opción que considere más oportuna.		
ITEM	Impactos	Respuestas
1	a. De las siguientes opciones establezca aproximadamente su frecuencia de visita al lago Calima.	1 vez cada dos o tres meses. 1 vez por mes 2 veces por mes 3 veces por mes 4 veces por mes
2	b. Desde su conocimiento y comprensión considera que actualmente el agua del lago calima sufre un deterioro gradual debido a contaminantes externos que caen en el embalse.	Sí: No: No lo sé:
3	c. Sí su respuesta anterior fue positiva cree que las actividades turísticas desarrolladas en el lago pueden contribuir al deterioro del agua del embalse.	Sí: No: No lo sé:
4	d. Sí su respuesta fue positiva considera que los administradores turísticos desarrollan y aplican estrategias adecuadas para minimizar el impacto ambiental en lo que respecta al agua del embalse.	Sí: No: No lo sé:
5	e. Desde su perspectiva como visitante se preocupa por minimizar el daño ambiental en el agua del lago. Ejemplo de ello sería hacer uso adecuado de los puntos de recolección de residuos sólidos.	Sí No: No lo sé:
6	f. Desde su percepción considera necesario que los administradores promuevan estrategias para motivar a los visitantes en la minimización del impacto ambiental del agua del embalse.	Sí: No: No lo sé:

Anexo 3.

Resultados de Índice de Calidad del Agua (ICA) entre 2010 y 2019 utilizada como herramienta para definir pureza calculado en la cola y en el centro del embalse. Esta herramienta se nutre con los resultados fisicoquímicos. Estableciendo el grado contaminación del cuerpo de agua.

Informe Cola 2010 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	67.4	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.94	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	78.3	1.62	1.62
Fosfato total	0.06	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃	0.11	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	6.74	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.71	-	0.11	93.4	1.80	1.65
Sólidos disueltos totales	3.49	mg L ⁻¹	0.07	82.1	1.49	1.36
Temperatura	23.50	° C	-- 0.10	-0.50	91.1	-
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	5.00	uT	0.08	86.8	1.49	1.43
Saturación de OD	94.0	%	0.17	92.7	2.36	2.16
			1.00	IQA:	85.1	85.5
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Cola 2011 - Resultado: Regular

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	67.4	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.94	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	78.3	1.62	1.62
Fosfato total	0.06	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃	0.11	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	2.59	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.32	-	0.11	95.0	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	2.00	mg L ⁻¹	0.07	82.0	1.49	1.36
Temperatura	22.00	° C	-- 0.10	1.00	109.6	-
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	6.00	uT	0.08	85.1	1.49	1.43
Saturación de OD	35.0	%	0.17	26.5	1.86	1.75
			1.00	IQA:	67.1	70.4
			CLASIFICACIÓN	REGULAR	REGULAR	REGULAR

Informe Cola 2012 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	4	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	79.0	2.10	2.01
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.12	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	86.9	1.63	1.63
Fosfato total	0.06	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃	0.29	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	94.8	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	6.93	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.52	-	0.11	95.1	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40	mg L ⁻¹	0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	24.60	° C	-- 0.10	-1.60	86.9	-
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	2.00	uT	0.08	92.4	1.50	1.44
Saturación de OD	98.0	%	0.17	94.7	2.37	2.17
			1.00	IQA:	89.4	89.1
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Cola 2013 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.14 mg L ⁻¹	O ₂	0.11	86.7	1.63	1.63
Fosfato total	0.06 mg L ⁻¹	PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃	0.11 mg L ⁻¹	NO ₃	- 0.10	96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	6.34 mg L ⁻¹	O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.51 -		0.11	95.1	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L ⁻¹		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	18.00 °C		-- 0.10	5.00	72.3	- 1.53
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C				-	-
Turbidez	0.61 uT		0.08	95.1	1.51	1.44
Saturación de OD	79.0 %		0.17	80.1	2.30	2.11
			1.00	IQA:	88.3	86.6
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Cola 2014 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	0.95 mg L ⁻¹	O ₂	0.11	88.8	1.64	1.64
Fosfato total	0.06 mg L ⁻¹	PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃	0.00 mg L ⁻¹	NO ₃	- 0.10	96.9	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	5.67 mg L ⁻¹	O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.29 -		0.11	94.8	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L ⁻¹		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	22.40 °C		-- 0.10	0.60	114.2	- 1.61
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C				-	-
Turbidez	49.00 uT		0.08	37.8	1.39	1.34
Saturación de OD	76.0 %		0.17	76.8	2.28	2.09
			1.00	IQA:	80.9	83.8
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Cola 2015 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	0.95 mg L ⁻¹	O ₂	0.11	88.8	1.64	1.64
Fosfato total	0.10 mg L ⁻¹	PO ₄ -P	0.10	87.7	1.64	1.56
Nitratos NO ₃	0.51 mg L ⁻¹	NO ₃	- 0.10	93.2	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	6.10 mg L ⁻¹	O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.61 -		0.11	94.5	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L ⁻¹		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	19.00 °C		-- 0.10	4.00	80.3	- 1.55
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C				-	-
Turbidez	2.98 uT		0.08	90.5	1.50	1.43
Saturación de OD	76.0 %		0.17	76.8	2.28	2.09
			1.00	IQA:	86.6	86.0
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Cola 2016 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	67.9	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.31 mg L ⁻¹	O ₂	0.11	84.8	1.63	1.63
Fosfato total	0.02 mg L ⁻¹	PO ₄ -P	0.10	97.1	1.65	1.58
Nitratos NO ₃	0.42 mg L ⁻¹	NO ₃	- 0.10	93.9	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	7.07 mg L ⁻¹	O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.80 -		0.11	91.9	1.80	1.64
Sólidos disueltos totales	11.60 mg L ⁻¹		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	25.50 °C		-- 0.10	-2.50	83.5	- 1.56
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C				-	-
Turbidez	4.20 uT		0.08	88.3	1.50	1.43
Saturación de OD	100.0 %		0.17	95.4	2.38	2.17
			1.00	IQA:	86.7	86.2
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Cola 2017 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF	
Coliformes termotolerantes	3	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	83.8	2.12	2.03	
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.84	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	79.3	1.62	1.62	
Fosfato total	0.05	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	93.9	1.65	1.57	
Nitratos NO ₃	0.41	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	93.9	1.65	1.57	
Oxígeno disuelto	6.59	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-	
pH	6.58	-	0.11	79.7	1.77	1.62	
Sólidos disueltos totales	11.60	mg L ⁻¹	0.07	82.8	1.49	1.36	
Temperatura	20.00	° C	-- 0.10	3.00	89.2	-	
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-	
Turbidez	2.20	uT	0.08	92.0	1.50	1.44	
Saturación de OD	85.0	%	0.17	86.0	2.33	2.13	
				1.00	IQA:	85.9	86.2
				CLASIFICACIÓN			BOM
				BOM			

Informe Cola 2018 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF	
Coliformes termotolerantes	3	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	83.8	2.12	2.03	
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.49	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	82.9	1.63	1.63	
Fosfato total	0.13	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	84.6	1.63	1.56	
Nitratos NO ₃	1.42	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	87.0	1.63	1.56	
Oxígeno disuelto	6.43	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-	
pH	7.86	-	0.11	90.8	1.80	1.64	
Sólidos disueltos totales	11.60	mg L ⁻¹	0.07	82.8	1.49	1.36	
Temperatura	18.50	° C	-- 0.10	4.50	76.2	-	
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-	
Turbidez	1.10	uT	0.08	94.1	1.51	1.44	
Saturación de OD	80.0	%	0.17	81.1	2.31	2.11	
				1.00	IQA:	85.3	84.3
				CLASIFICACIÓN			BOM
				BOM			

Informe Cola 2019 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF	
Coliformes termotolerantes	9	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	67.4	2.05	1.96	
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.42	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	83.6	1.63	1.63	
Fosfato total	0.13	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	84.6	1.63	1.56	
Nitratos NO ₃	1.24	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	88.2	1.64	1.57	
Oxígeno disuelto	5.84	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-	
pH	7.24	-	0.11	94.4	1.81	1.65	
Sólidos disueltos totales	11.60	mg L ⁻¹	0.07	82.8	1.49	1.36	
Temperatura	17.00	° C	-- 0.10	6.00	65.0	-	
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-	
Turbidez	1.50	uT	0.08	93.4	1.50	1.44	
Saturación de OD	70.0	%	0.17	69.8	2.24	2.06	
				1.00	IQA:	80.4	78.6
				CLASIFICACIÓN			BOM
				BOM			

Informe Centro 2010 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF	
Coliformes termotolerantes	1	NMP 100 mL ⁻¹	0.16	93.9	2.16	2.07	
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.94	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	78.3	1.62	1.62	
Fosfato total	0.06	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57	
Nitratos NO ₃	0.11	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	96.0	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	7.56	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-	
pH	8.14	-	0.11	83.4	1.78	1.63	
Sólidos disueltos totales	75.50	mg L ⁻¹	0.07	85.1	1.49	1.36	
Temperatura	24.10	° C	-- 0.10	-1.10	88.8	-	
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-	
Turbidez	5.00	uT	0.08	86.8	1.49	1.43	
Saturación de OD	106.0	%	0.17	96.3	2.38	2.17	
				1.00	IQA:	89.7	89.6
				CLASIFICACIÓN			BOM
				BOM			

Informe Centro 2011 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes		2 NMP 100 mL ⁻¹	0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅		1.94 mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	78.3	1.62	1.62
Fosfato total		0.06 mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃		0.11 mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto		6.04 mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH		7.42 -	0.11	95.3	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales		0.00 mg L ⁻¹	0.07	81.8	1.49	1.36
Temperatura		22.50° C	-- 0.10	0.50 115.3	-	1.61
Temperatura (sitio de referencia)		23.00° C	-	-	-	-
Turbidez		4.00 uT	0.08	88.6	1.50	1.43
Saturación de OD		84.0 %	0.17	85.1	2.33	2.13
			1.00	IQA:	87.7	90.0
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Centro 2012 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes		2 NMP 100 mL ⁻¹	0.16	88.2	2.14	2.05
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅		1.54 mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	82.4	1.62	1.62
Fosfato total		0.06 mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃		0.17 mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	95.6	1.65	1.58
Oxígeno disuelto		7.05 mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH		7.69 -	0.11	93.6	1.80	1.65
Sólidos disueltos totales		67.60 mg L ⁻¹	0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura		24.80° C	-- 0.10	-1.80 86.2	-	1.56
Temperatura (sitio de referencia)		23.00° C	-	-	-	-
Turbidez		13.00 uT	0.08	73.9	1.47	1.41
Saturación de OD		99.0 %	0.17	95.0	2.38	2.17
			1.00	IQA:	89.0	88.7
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Centro 2013 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes		9 NMP 100 mL ⁻¹	0.16	67.4	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅		1.11 mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	87.0	1.63	1.63
Fosfato total		0.06 mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃		0.11 mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto		6.38 mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH		7.60 -	0.11	94.6	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales		60.50 mg L ⁻¹	0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura		22.00° C	-- 0.10	1.00 109.6	-	1.60
Temperatura (sitio de referencia)		23.00° C	-	-	-	-
Turbidez		1.03 uT	0.08	94.3	1.51	1.44
Saturación de OD		86.0 %	0.17	86.8	2.34	2.14
			1.00	IQA:	86.1	88.0
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Centro 2014 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes		2 NMP 100 mL ⁻¹	0.16	88.2	2.14	2.05
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅		1.98 mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	77.9	1.61	1.61
Fosfato total		0.06 mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO ₃		0.00 mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	96.9	1.65	1.58
Oxígeno disuelto		5.66 mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH		7.47 -	0.11	95.2	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales		70.60 mg L ⁻¹	0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura		23.00° C	-- 0.10	0.00 93.0	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)		23.00° C	-	-	-	-
Turbidez		41.00 uT	0.08	43.6	1.40	1.35
Saturación de OD		77.0 %	0.17	77.9	2.29	2.10
			1.00	IQA:	81.5	82.6
			CLASIFICACIÓN	BOM	BOM	BOM

Informe Centro 2015 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	0.96	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	88.7	1.64	1.64
Fosfato total	0.10	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	87.7	1.64	1.56
Nitratos NO ₃	0.51	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	93.2	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	6.09	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.62	-	0.11	94.4	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	451.00	mg L ⁻¹	0.07	39.2	1.39	1.29
Temperatura	20.00	° C	-- 0.10	3.00	89.2	- 1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	4.08	uT	0.08	88.5	1.50	1.43
Saturación de OD	79.0	%	0.17	80.1	2.30	2.11
				1.00	IQA: 81.4	82.9
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2016 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	4 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	81.5	2.11	2.02
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.06	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	87.6	1.64	1.64
Fosfato total	0.02	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	97.1	1.65	1.58
Nitratos NO ₃	1.92	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	83.8	1.63	1.56
Oxígeno disuelto	6.25	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	8.32	-	0.11	77.2	1.76	1.61
Sólidos disueltos totales	52.40	mg L ⁻¹	0.07	84.9	1.49	1.36
Temperatura	24.70	° C	-- 0.10	-1.70	86.5	- 1.56
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	2.00	uT	0.08	92.4	1.50	1.44
Saturación de OD	89.0	%	0.17	89.3	2.35	2.15
				1.00	IQA: 86.1	86.2
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2017 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	3 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	83.8	2.12	2.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	2.97	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	69.0	1.59	1.59
Fosfato total	0.06	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	93.1	1.65	1.57
Nitratos NO ₃	0.41	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	93.9	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	7.04	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.83	-	0.11	91.4	1.80	1.64
Sólidos disueltos totales	74.40	mg L ⁻¹	0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	20.00	° C	-- 0.10	3.00	89.2	- 1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	1.68	uT	0.08	93.0	1.50	1.44
Saturación de OD	91.0	%	0.17	90.8	2.36	2.15
				1.00	IQA: 87.2	87.2
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2018 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i w i (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	3 NMP	100 mL ⁻¹	0.16	83.8	2.12	2.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	1.46	mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	83.2	1.63	1.63
Fosfato total	0.13	mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	84.6	1.63	1.56
Nitratos NO ₃	1.18	mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	88.6	1.64	1.57
Oxígeno disuelto	6.44	mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH	7.76	-	0.11	92.6	1.80	1.65
Sólidos disueltos totales	62.40	mg L ⁻¹	0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	19.00	° C	-- 0.10	4.00	80.3	- 1.55
Temperatura (sitio de referencia)	23.00	° C	-	-	-	-
Turbidez	1.15	uT	0.08	94.0	1.51	1.44
Saturación de OD	82.0	%	0.17	83.1	2.32	2.12
				1.00	IQA: 86.3	85.6
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2019 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T ₁ w ₁ (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes		4 NMP 100 mL ⁻¹	0.16	79.0	2.10	2.01
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅		1.64 mg L ⁻¹ , O ₂	0.11	81.3	1.62	1.62
Fosfato total		0.13 mg L ⁻¹ , PO ₄ -P	0.10	84.6	1.63	1.56
Nitratos NO ₃		1.01 mg L ⁻¹ , NO ₃	- 0.10	89.7	1.64	1.57
Oxígeno disuelto		6.29 mg L ⁻¹ , O ₂	-- -	-	-	-
pH		7.95 -	0.11	88.7	1.79	1.64
Sólidos disueltos totales		11.60 mg L ⁻¹	0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura		17.00 °C	-- 0.10	6.00	65.0	- 1.52
Temperatura (sitio de referencia)		23.00 °C	-	-	-	-
Turbidez		2.20 uT	0.08	92.0	1.50	1.44
Saturación de OD		77.0 %	0.17	77.9	2.29	2.10
			1.00	IQA:	83.5	81.3
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM



CAPÍTULO 5

Análisis de los Impactos Socioambientales de la Extracción de Material de Arrastre y la Minería de Oro en la Cuenca Baja del Río Palo, Cauca (Colombia)

Analysis of the Socio-Environmental Impacts of the Extraction of Trawl Material and gold Mining in the Lower Basin of the Río Palo, Cauca (Colombia)

Einer Alfredo Villegas

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0001-6116-5245

✉ eineal@hotmail.com

Jonathan S. Pelegrin

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0001-5954-5476

✉ jonathan.pelegrin00@usc.edu.co

Resumen

En el departamento del Cauca, la extracción de minerales de los ríos es un medio de obtención de ingresos para un amplio sector de la comunidad. Por lo general, esta actividad se realiza de manera ilegal lo que se traduce en un sin número de problemas socioambientales en la región. El propósito de este artículo es desarrollar estrategias de mitigación y corrección de los impactos ambientales generados por la actividad extractiva en la zona Norte del departamento del Cauca. El trabajo se realizó mediante dos métodos de investigación; el

Cita este capítulo / Cite this chapter

Villegas, E. A. y Pelegrin Ramírez, J. (2025). Análisis de los Impactos Socioambientales de la Extracción de Material de Arrastre y la Minería de Oro en la Cuenca Baja del Río Palo, Cauca (Colombia). En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). *Estudios transdisciplinarios del medio ambiente*. (pp. 197-232). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287770782-5>

primero fue de tipo etnográfico y el segundo se basó en la recopilación de información primaria y secundaria mediante la aplicación de entrevistas a entidades tales como: la Gobernación, la Corporación Regional del Cauca (CRC), Alcaldías, Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATAS), Consejos Comunitarios, otras instituciones de la sociedad civil, empresas extractoras y trabajadores de la actividad minera. Entre los resultados más destacados se encuentran: 1). Los impactos ambientales que más se manifiestan en la zona de extracción son: la modificación del cauce (profundidad, pendiente, ancho), erosión de orillas y contaminación del agua; en algunas zonas se evidencia cambio en las condiciones físicas y químicas (aporte de sedimentos y turbidez). 2). Existencia de un número considerable de personas con necesidades de ingresos y escasez de fuentes de trabajo en la zona. 3). A la fecha, en gran parte del área de estudio, se presentan conflictos por utilización del suelo y la inoperancia del estado; lo que implica el agotamiento de recursos naturales, asimismo la pérdida de biodiversidad y destrucción de ecosistemas. Como resultado se identificó que los subcomponentes hidrológicos, flora y paisajístico fueron los de mayor afectación por el desarrollo de la extracción de material de arrastre y la minería de oro.

Palabras clave: forestal; impactos ambientales; impactos sociales; ilegalidad; material de arrastre; minería de oro.

Abstract

In the department of Cauca, the extraction of minerals from rivers is a means of obtaining income for a large sector of the community. In general, this activity is carried out illegally, which translates into a number of socio-environmental problems in the region. The purpose of this article is to develop mitigation and correction strategies for the environmental impacts generated by extractive activity in the northern zone of the department of Cauca. The work was carried out using two research methods; the first was ethnographic and the second was based on the collection of primary and secondary information through the

application of interviews to entities such as the Government, the Regional Corporation of Cauca (CRC), Mayors, Municipal Units of Agricultural Technical Assistance (UMATAS), Community Councils, other civil society institutions, extracting companies and mining activity workers. Among the most outstanding results are: 1). The environmental impacts that are most manifested in the extraction area are: modification of the channel (depth, slope, width), shore erosion and water contamination; in some areas there is evidence of a change in the physical and chemical conditions (sediment contribution and turbidity). 2). Existence of a considerable number of people with income needs and scarcity of sources of work in the area. 3). To date, in a large part of the study area, there are conflicts due to land use and the ineffectiveness of the state; which implies the depletion of natural resources, as well as the loss of biodiversity and destruction of ecosystems. As a result, it was identified that the hydrological, flora and landscape subcomponents were the most affected by the development of the extraction of drag material and gold mining.

Keywords: forestry; environmental impacts; social impacts; illegality; drag material; gold mining.

Introducción

La globalización ha traído consigo procesos enfocados a mejorar las condiciones de vida y para ello, la actividad de la construcción ha proyectado en gran medida el auge de la minería a cielo abierto en muchos ríos a nivel mundial y local (Luna, 2015). En Colombia, existen dos métodos principales para la extracción de oro; una es a través de la minería subterránea donde el mineral se limita a las vetas debajo de la superficie. La otra es la minería de placer, donde el oro se encuentra en depósitos aluviales (Bustamante et al., 2016). Ambos métodos generan un impacto negativo al medio ambiente y la salud humana porque utilizan una gran cantidad de mercurio (Hg) en sus procesos (Marrugo-Negrete et al., 2015). Dichas técnicas implican el uso de mercurio, el primero método de extracción también incluye el cianuro para la recuperación

del oro, y la maquinaria de procesamiento utiliza combustibles y lubricantes; todos los cuales pueden descargarse directamente a cuerpos de agua sin tratamiento (Spiegel y Veiga, 2010). Si bien hay muchos contaminantes del agua asociados con la minería informal, sedimentos suspendidos, materia orgánica, drenaje ácido, metales, grasas, aceites y combustibles (Navarro et. al, 2006). Una de las mayores preocupaciones en los últimos años es la contaminación por mercurio en el aire y las aguas (Veiga et al., 2014). Por otro lado, lo expuesto por Choubin et al. (2019) quien expresa que las acciones humanas como la deforestación, las alteraciones de la tierra, la ganadería extensiva, la minería, la actividad agrícola y la mala gestión de los ríos incrementan en gran medida la cantidad de sedimentos que producen los ríos debido a la erosión.

Los materiales extraídos de estas fuentes son usados por sus propiedades fisicomecánicas, los bajos costos en su extracción, transporte y relativo fácil acceso (Delgado, 2018). Considerando que este tipo de minería genera graves impactos en los sistemas fluviales debido al desbalance causado en el transporte de sedimentos en el área de extracción; los mineros emplean diferentes métodos de extracción a lo largo de los canales de los ríos y sus llanuras aluviales (Kori y Mhatada, 2012).

Diversos estudios han abordado la contaminación y degradación ambiental debida a la explotación de materiales en las cuencas de los ríos (Escobar, 2017; Gavriletea, 2017; Martínez, 2017; Bárcena, 2018; Hinojosa et al., 2018; Parra, 2018; Cerón y Gutiérrez, 2019; García et al., 2020; Jiménez, 2020; Herrera, 2022). En Colombia la mayoría de las minas funcionan de manera ilegal, por ende, no se puede tener un control ambiental definido, siendo también una actividad industrial donde la explotación de los recursos aumenta supone un agotamiento cada vez mayor por efecto de la minería ilícita, la cual se desarrolla de manera informal, infringiendo toda norma de carácter laboral, social, tributario, técnico y ambiental. Uno de los ríos que mayor nivel de actividad minera a cielo abierto, es el Río Guatiquia, ubicado en el municipio de Villavicencio Meta, debido a su extensión y

características han favorecido el desarrollo de esta actividad, durante años han venido desarrollando acciones para mitigar el impacto que genera esta práctica en el contexto (Betancourt et al., 2019; Clavijo, 2022). En zona como el norte del Cauca, con la fuerte entrada de la minería mecanizada ilegal, la cotidianidad de las poblaciones se ha transformado sustancialmente, sin ninguna consideración ambiental, esta minería ilegal se impone por la fuerza y con la complicidad de las inoperancias del Estado a unas poblaciones locales que, en sus expresiones organizativas han desplegado una serie de luchas para expulsar esta minería de sus territorios tradicionales (Arias y Caicedo, 2017; Ojeda, 2017; Restrepo, 2017; Caro-Galvis, 2019; Montaña et al., 2022).

En el departamento de Cauca se utiliza la arena, grava y balastro como material en muchos proyectos como construcción de vías, puentes, edificios y viviendas. Las arcillas son aptas para la fabricación de ladrillos y tejas en los municipios de Puerto Tejada, Padilla, Corinto, Villa Rica, Santander de Quilichao y Cali. La obtención y venta de estos materiales de galpón y de arrastre, son de relativo fácil acceso, de bajos costos y son la fuente de sustento a un alto número de personas. Su demanda crece conforme a la expansión de las ciudades, lo que, debido a la explotación no adecuada, está conllevando a un aumento de la presión sobre el recurso y al progresivo impacto sobre el ecosistema acuático y terrestre (Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Caloto, 2020).

Según Blanco (2020) “la explotación de minerales trae como consecuencia efectos ambientales que en su mayoría son reversibles en el corto plazo, fundamentalmente con la deforestación, la destrucción del hábitat, modificación del ambiente y desplazamiento de especies animales”. Toda excavación o extracción, genera una interrupción de la continuidad del transporte de sedimentos del río, ante lo cual, se produce una respuesta del sistema fluvial hacia un nuevo estado de equilibrio que se manifiesta en el desencadenamiento de procesos erosivos aguas arriba y aguas abajo del sitio de extracción, produciendo los siguientes efectos: degradación generalizada del

cauce y cambios en su geomorfología, inestabilidad de orillas, descenso en el nivel freático, afectación de la flora y la fauna (Garzón, 2013; De María, 2021).

Según lo anterior, se resalta que las actividades mineras en los ríos no tienen ningún tipo de monitoreo, control y/o seguimiento por parte de las entidades gubernamentales, encargadas de la protección y cuidado de los recursos naturales. Tampoco disponen de una información consolidada sobre esta actividad, que ofrezca argumentos necesarios para minimizar esta problemática social y económica, afectando así diferentes sectores del departamento del Cauca. Por esta razón se hace necesario analizar los principales impactos socioambientales, asociados a la extracción de material de arrastre y la minería en la cuenca baja del río Palo, en los municipios de Caloto y Guachené.

Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó con un enfoque mixto, inicialmente se evaluaron e identificaron los impactos ambientales y sociales generados por la explotación de materiales de arrastre y minería de oro en los municipios de Caloto y Guachené mediante una revisión preliminar de información secundaria obtenida de documentos ubicados en bases de datos de instituciones gubernamentales tales como: Agencia Nacional Minera, Corporación Autónoma regional del Cauca (CRC), CORPOPALO, Gobernación, POT, Alcaldías, Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATAS), Consejos Comunitarios, otras instituciones de la sociedad civil y en páginas web oficiales. El grupo poblacional de investigación está conformada por 48.729 habitantes entre los municipios de Caloto y Guachene (DANE, 2022) para la toma de la muestra se utilizó un subgrupo poblacional de 9 personas conformado por funcionarios, líderes sociales, empresas y sociedad civil, de este modo se complementó la indagación con la implementación de una entrevista semiestructurada con preguntas orientadoras. De igual

manera, se realizaron 9 visitas durante un periodo de 4 meses estas consistieron en entablar un diálogo abierto, es preciso señalar que la implementación de la entrevista se realizó de manera categorizada y diseñada con el fin de obtener información de una manera más amplia sobre la extracción de material de arrastres y la minería de oro. Adicionalmente, se desarrolló un análisis descriptivo para cada una de las variables analizadas en el cuestionario utilizando el software Excel versión 2016.

Posteriormente, se implementaron dos matrices una de causa y efecto, y una matriz Vester, por la cual se identificaron las causas y consecuencias. Finalmente se realizó el análisis de la pérdida de cobertura vegetal, utilizando la plataforma de Google Earth Engine (GEE), para determinar la extensión y el cambio de cobertura, se procesaron los canales de las bandas de imágenes de satélite Landsat 7, para el procesamiento de los datos se utilizó la información raster, data versión 1.9 actualizada de pérdida bruta de cobertura forestal detectada desde el año 2001 y 2021.

Descripción de la Zona de Estudio

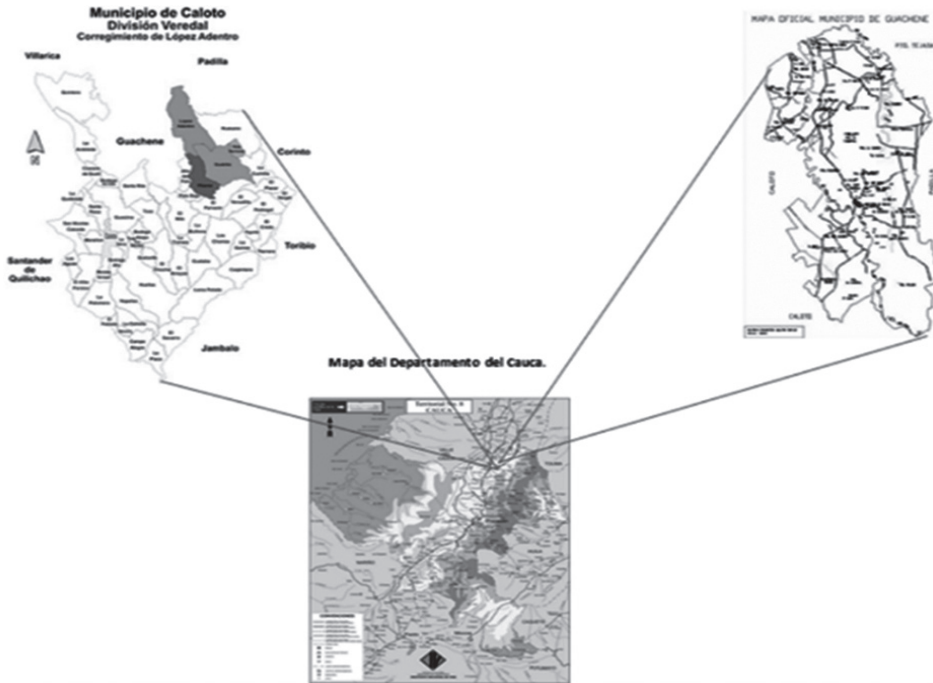
Localización

La cuenca del río Palo se encuentra en el departamento del Cauca, al Suroccidente de Colombia, en la región andina. Particularmente, en el llamado piedemonte de la zona montañosa de la cordillera Central, en los municipios de Caloto y Guachené (Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Guachené, 2012a; Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Caloto, 2020). La cuenca está limitada al Norte por la cuenca del río Desbaratado $3^{\circ}07'47''$; al Oeste con las cuencas de los ríos La Quebrada $76^{\circ}23'47''$. A esta gran cuenca pertenece el río La Paila, y juntos caen al río Cauca. La cuenca del río Palo es una de las más grandes de la zona norte del departamento del Cauca con un área de 1532 km^2 (153.200 ha) y un recorrido de 92 km, desde el páramo de Santo Domingo hasta su desembocadura en el río Cauca donde entrega más de $36 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua

(el 15,4 % del caudal del río Cauca en este tramo (Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Caloto, 2020 y Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Guachené, 2012b) (Figura 1).

Figura 1.

Ubicación Geográfica de los municipios de Caloto y Guachené.



Fuente: (Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Caloto, 2020 y Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldía de Guachené, 2012c).

Contexto Geológico

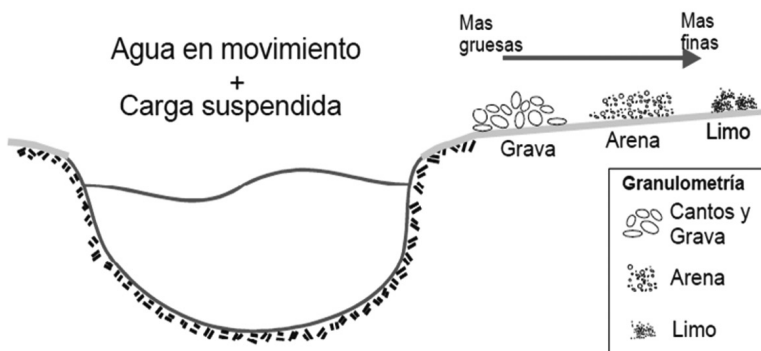
La subcuenca Hidrográfica del río Palo, presenta problemas de amortiguamiento en zonas de suelos inclinados realizando varias estaciones en su curso, perdiendo velocidad de la corriente y permitiendo que en tiempos de lluvia el material de arrastre sea depositado en diferentes sitios; al llegar a la vereda Santa Rita Caloto es una piedra de tamaño grueso, mientras que en el municipio

de Guachené es de tamaño mediano, finalmente en el municipio de Puerto Tejada la arena es de tamaño delgado, dando lugar a la ubicación de acuerdo con la fuerza con que baje el río (Corporación Regional del Cauca, 2003).

En la Figura 2 se representa el modelo de corriente fluvial de los ríos, también la forma como están ubicados los materiales pétreos de acuerdo con el peso y tamaño; dicho mecanismo tiene 3 momentos los cuales se mencionan a continuación: la erosión, corriente y la sedimentación de materiales. Puesto que la corriente transporta el material erosionado río abajo, acompañado de la energía y de los sedimentos arrastrados al cauce, los materiales de mayor tamaño como: la grava y la arena son demasiado pesados para ser arrastrados por la corriente y quedan en el fondo del cauce. Los materiales más pesados solo pueden ser arrastrados en temporadas de lluvias, lo contrario del material limo que por su poca densidad es arrastrado río abajo. Cuando la velocidad de la erosión disminuye, el río ya no posee capacidad para seguir arrastrando su carga, es allí cuando comienza la deposición de los materiales producidos por varias causas: alteración del cauce; el ensanchamiento o por el brusco desnivel de la vertiente (Farrás, 2005).

Figura 2.

Mecanismo de la sedimentación textual longitudinal en una corriente fluvial.

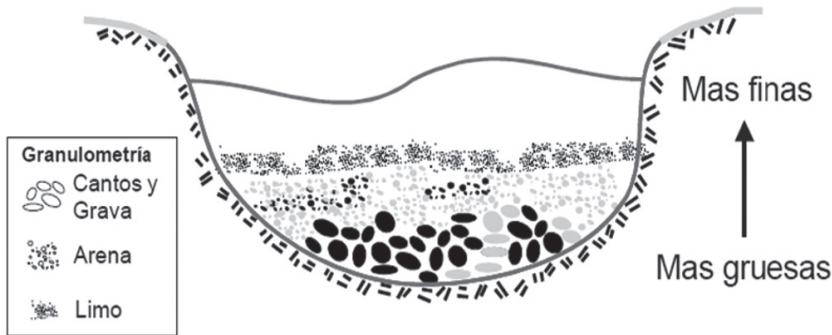


Fuente: Modificado de Farrás, 2005

En la Figura 3 se representa el comportamiento de deposición por el gradiente textural vertical de los ríos, este mecanismo representa la posición en forma vertical de los materiales de arrastre en los ríos de acuerdo con su volumen y masa, determinado por el proceso de separación donde se precipitan las partículas más gruesas y después las partículas más finas, en la medida que ocurran cambios en la velocidad de la corriente podrá generar la precipitación de los materiales y posteriormente la erosión.

Figura 3.

Mecanismo de la deposición por el gradiente textural vertical.

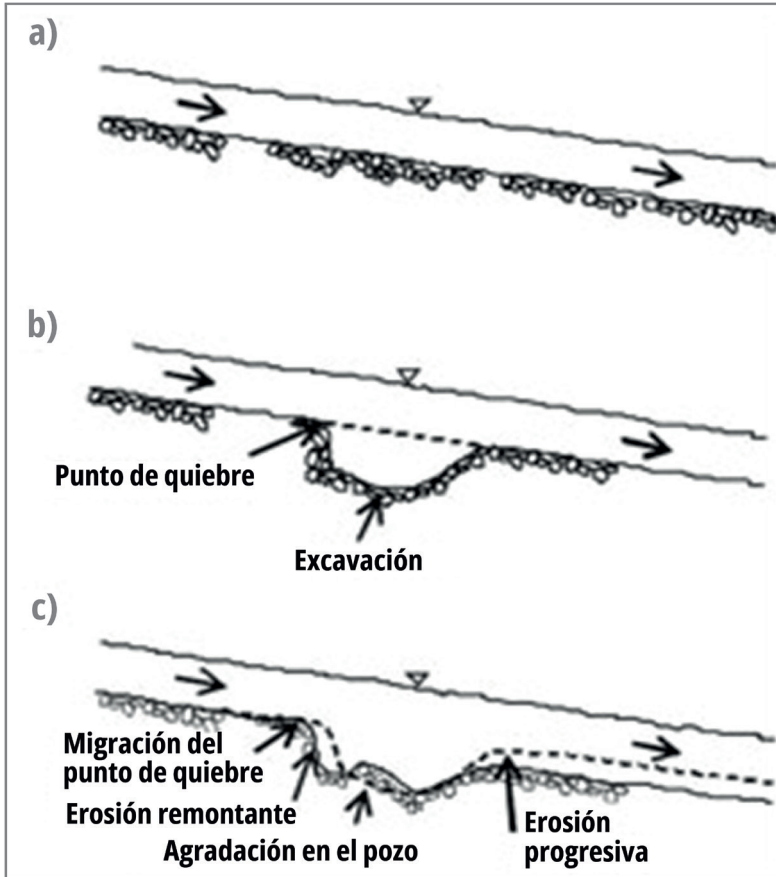


Fuente: Modificado de Farrás, 2005

En la Figura 4 se presenta el fenómeno de erosión remontante y progresiva por extracción de material de arrastre, donde: a) Estado inicial del río, en el cual se tiene un determinado transporte o carga de sedimentos; b) La excavación originada por la extracción genera un punto de quiebre aguas arriba y actúa simultáneamente como trampa de sedimentos interrumpiendo su continuidad; aguas abajo de la capacidad de transporte de la corriente pero se reduce el material disponible para ser transportado; c) El punto de quiebre se desplaza aguas arriba causando erosión remontante; aguas abajo se produce una erosión progresiva por efecto del agua sin sedimentos.

Figura 4.

Fenómeno de erosión remontante y progresiva por extracción de material de arrastre en ríos.



Fuente: Kondolf, 2002

Resultados y Discusión

Los problemas generados por la extracción de materiales de construcción son muy diferentes a los problemas generados por la minería de oro, en esta última se utilizan gran cantidad de elementos químicos y compuestos altamente tóxicos (Giarracca y Teubal, 2010).

Si bien la minería de materiales de construcción no requiere de etapas altamente contaminantes si requiere de otro tipo de procesos altamente impactantes, los cuales generan serios problemas hacia el medio ambiente. A continuación, se realiza la caracterización de los principales problemas socioambientales generados por la extracción de materiales de construcción y la minería de oro.

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la entrevista con respecto al presupuesto, licencia ambiental y desarrollo al sector por la extracción de material de arrastres y minería de oro. Asimismo, se muestra la identificación de los impactos sociales derivados de la extracción de material de arrastre y la minería de oro en la cuenca baja del río Palo.

Tabla 1.

Impactos sociales derivados de la extracción de material de arrastre y la minería de oro en la cuenca baja del río Palo.

	SI	NO	NO SABE
¿Cuenta con presupuesto para atender las problemáticas sobre la extracción de material de arrastre y minería en la cuenca del río Palo?	75%	25%	
¿Cuenta con licencia minera en los municipios de Caloto y Guachené?	33,3%	22,2%	44,4%
¿Considera que la minería ha traído desarrollo al sector?	22,2%	77,8%	

Los resultados indican que 75% de las entidades, no cuenta con presupuesto para atender los impactos generados por la extracción de material de arrastres y minería de oro. Sin embargo, existe un 25%, de entidades con presupuesto para atender la actividad de la minería. El 44,4% de los entrevistados dice no tener conocimiento sobre este requisito para la actividad de extracción de material de arrastre y minería, el 33,3% expresa que sí posee licencia ambiental para la extracción, y un 22,2% manifiesta no tener licencia ambiental. Los resultados indican que el 77,8% de los encuestados expresan que la minería no ha traído desarrollo al sector, mientras que el 22,2% piensa que la actividad minera trae beneficios directos sobre el crecimiento

económico de las comunidades. En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de la entrevista en cuanto a los problemas que afectan a las comunidades por la extracción de material de arrastres y minería de oro.

Tabla 2.

Impactos sociales que afectan a las comunidades por la extracción de material de arrastres y minería de oro.

¿Cuáles son los problemas que más afectan a las comunidades?	
Desempleo	44,4%
Corrupción	22,2%
Minería ilegal	22,2%
Falta de voluntad Política	11,1%

El 44,4% de los entrevistados manifiestan que los problemas que más afectan a las comunidades, es el desempleo, seguido de la corrupción y la minería ilegal las cuales arrojaron un 22,2%, y la voluntad política fue la respuesta que arrojó el menor porcentaje con un 11,1%.

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de la entrevista respecto al tipo de transporte del material de arrastres. El 55,6% de las personas encuestadas expresa que el material de arrastre es transportado a través de volquetas, carretillas un 33,3% y otros medios un 11,1%.

Tabla 3.

Impactos sociales derivados del transporte del material de arrastres.

Tipo de transporte del material de arrastre	
Volquetas	55,6%
Carretillas	33,3%
Otros	11,1%

Considerando que, por ser una zona de conflicto donde existe una lucha por el territorio, no fue posible profundizar en la recolección de información limitando el análisis y los resultados, teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta el análisis. De acuerdo, a los resultados obtenidos de las entrevistas con respecto a los impactos sociales se puede afirmar que uno de los problemas, que más aquejan a estas comunidades es el desempleo; teniendo en cuenta que el empleo es la base fundamental, para el desarrollo de la economía y el camino hacia una sociedad más equitativa. Por otro lado, un factor no menos importante es el de la corrupción que es un flagelo que impide el progreso de las comunidades, y agudiza las problemáticas sociales. Igualmente, el incremento de la minería mecanizada ilegal viene generando transformaciones del tejido social, el abandono de actividades socioeconómicas tradicionales.

Finalmente, cabe resaltar la poca voluntad política por parte de los municipios al asumir sus responsabilidades en el cumplimiento del cuidado y protección de los recursos naturales de la región (véase Tablas 1, 2 y 3). Estos resultados, son consistentes con los señalado por diversos autores donde también existe una gran inconformidad y total resistencia a la entrada de la minería mecanizada ilegal en territorios afros e indígenas (Saade, 2013; Bastidas-Orrego et al. 2018; Orellana et al. 2019). De igual manera coincide con lo planteado por Montes (2018) quien considera que la “corrupción de algunos funcionarios públicos en las autoridades ambientales perjudica el desarrollo en materia ambiental en el territorio, gracias a actividades como la venta de permisos y negociación de las licencias ambientales.

Del mismo modo con lo expuesto por Hinestroza et al. (2016), quien expresa que la protección de los recursos naturales es obligación de las entidades gubernamentales, pero también de la sociedad civil, para evitar alteraciones en los ecosistemas. Finalmente, los resultados de este estudio coinciden con lo planteado por Fuentes et al. (2021), quien considera que los beneficios de la actividad minera no han sido significativos para incidir en los indicadores sociales que representan el desarrollo y pobreza.

Evaluación los Impactos Ambientales Derivados de la Explotación de Materiales de Arrastre y Minería de Oro en la Cuenca Baja del Río Palo

partir de visitas realizadas al área de estudio lo que permitió señalar y agrupar grandes acciones de la extracción de material de arrastres y la minería de oro, que afectan de manera similar el entorno y seleccionar los indicadores del impacto. Por ejemplo, la utilización de retroexcavadoras en explotación interfiere directamente en el ecosistema acuático y la flora y fauna asociada. La inadecuada extracción modifica el cauce del río, como la pendiente y el ancho. Así mismo se interrumpe el transporte de sedimentos en el río.

Impactos Ambientales Derivados de la Explotación de Materiales de Arrastre en la Cuenca Baja del Río

A continuación, se presenta el registro fotográfico de los principales problemas e impactos ambientales derivados de la explotación de materiales de arrastre en la cuenca baja del río Palo (Figura 5).

Figura 5.

Impactos ambientales maquinaria pesada por la extracción de material de arrastre en la cuenca del río Palo.

a) Erosión de orillas



b) Cambio condiciones químicas del cauce



a) Erosión de orillas



b) Cambio condiciones químicas del cauce



En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de los impactos ambientales maquinaria pesada por la extracción de material de arrastres.

Tabla 4.

Matriz de identificación de Impactos ambientales maquinaria pesada por la extracción de material de arrastre en la cuenca baja del río Palo.

Factor Ambiental		Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Causa y Efectos	Extracción de Material	Cargue de Material	Transporte de Material	Total Impactos	
Medio	Componente	Impactos Generados					
	Suelo	Erosión de Orillas	X	X	X	6	3
	Alteración de suelos aprovechables	X	X	X		3	
Abiótico	Agua	Incremento de la turbidez y sedimentos suspendidos	X	X	5	3	24%
		Profundización y desviación del cauce	X	X		2	

Factor Ambiental		Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Causa y Efectos	Extracción de Material	Cargue de Material	Transporte de Material		
Biótico	Flora	Perdida de Bosques	X			1	
			X	X	X		
	Destrucción de hábitats ripario y acuáticos					7	33%
	Daño de cobertura vegetal	X	X	X		3	
	Fauna					3	
	Desplazamiento de especies animales	X	X	X	3	3	14%
						21	100%

De acuerdo, con los resultados obtenidos en la matriz de identificación de impactos ambientales (Tabla 4), se destacaron los impactos más significativos en los componentes bióticos y abióticos de la siguiente manera: el componente flora fue el más afectado con un 33%, seguida por el componente suelo con un 29%, para el componente agua se obtuvo un 24%, finalmente, el componente menos afectado fue la fauna con un 14%.

El desarrollo de las actividades de extracción de materiales de arrastre en la cuenca baja del río Palo, los cuales se utilizan para la ejecución de muchos proyectos de construcción, vienen desencadenando un aumento en la presión sobre este recurso natural, sumado a ello la interrupción de maquinaria pesada sobre ecosistemas acuáticos y terrestres.

Estos impactos se pueden evidenciar en la Figura 5. el desencadenamiento de procesos erosivos cuando hay inestabilidad del río, además de esto, también ha sido evidente los cambios de

las condiciones químicas, el ensanchamiento del cauce, incidiendo directamente en la destrucción del paisaje. Esta situación que es recurrente y sin intervención de fondo es similar a la reportada por (Betancourt y Solaque, 2018; Jiménez, 2020) en los municipios de Villavicencio (Meta) y San Carlos (Córdoba) en Colombia. Estos estudios también reportan grandes problemas asociados a los componentes Bióticos, Abióticos y Sociales por la extracción de materiales de arrastre.

En el contexto internacional, el estudio realizado por Kori y Mhatada (2012), en la provincia de Limpopo, Sudáfrica, donde se identificaron una serie de aspectos ambientales, estos incluyen el colapso de las orillas de los ríos, la destrucción del hábitat y los cambios en el uso de la tierra. En la identificación de impactos ambientales, causas y efectos como consecuencias de la explotación de los recursos naturales de una manera indiscriminada, ocasionan alteraciones y consecuentes impactos sobre los recursos naturales como se puede observar en la Tabla 4, donde se evidencia que los componentes más afectados por efecto de la maquinaria pesada fue el componente biótico, lo que comprende: pérdida de bosque, destrucción de hábitats ripario y acuáticos y daño de cobertura vegetal.

Estos registros van acordes con lo reportado por Sánchez y Martínez (2020), quienes consideran que “una de las mayores afectaciones en los componentes suelo, paisaje y agua, son producidos por el transporte y la maquinaria pesada en los diferentes procesos de la extracción de materiales de arrastre”. En esta investigación para el componente fauna, se hizo necesario tomar como referencia lo expuesto por Martínez (2017), quien expresa que la extracción de materiales pétreos y otros elementos del cauce de los ríos, ha generado alteraciones significativas en el cauce de los mismos, la muerte de peces y la desaparición de especies.

Impactos Ambientales Derivados de la Extracción de la Minería de Oro Ilegal en la Cuenca Baja del Río Palo

A continuación, se presenta el registro fotográfico de los principales problemas e impactos ambientales derivados de la explotación de la minería de oro, en la cuenca baja del río Palo (Figura 6).

Figura 6.

Impactos ambientales maquinaria pesada y métodos artesanales de la actividad minera de oro ilegal en la cuenca baja del río palo.

a) Remoción de cobertura vegetal



b) Alteración del paisaje



c) Daños en áreas aluviales



d) Generación de empleo



Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales Generados por la Minería de Oro

En la aplicación de la matriz, se priorizaron los problemas identificados en un análisis previo, basándose en los siguientes

criterios de calificación: 0 = no causa, 1= causa indirectamente, 2 = causa moderada, 3= causa directamente.

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos de los problemas ambientales maquinaria pesada por la explotación minera en la cuenca baja del río palo.

Tabla 5.

Matriz de Vester, impactos ambientales explotación minera cuenca baja del río palo.

Plantilla Matriz de Vester										
Situación Problemática										
Cód.	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Influencia
P1	Alteración de la dinámica del cauce	0	3	3	3	0	3	3	3	18
P2	Remoción de la cobertura vegetal del suelo	3	0	3	3	1	1	3	3	17
P3	Alteración de suelo aprovechables	3	3	0	3	3	3	3	3	21
P4	Inducción a procesos erosivos	3	3	3	0	0	3	3	3	18
P5	Contaminación del Suelo	2	2	3	0	0	3	3	3	16
P6	Cambio en condiciones físicas del cauce (aporte de sedimentos y turbidez)	3	0	0	0	2	0	3	3	11
P7	Alteración del paisaje	0	0	0	0	0	0	0	3	3
P8	Desplazamiento temporal o permanente de aves, reptiles y mamíferos	0	0	0	0	0	0	3	0	3
DEPENDENCIA		14	11	12	9	6	13	18	21	83

Los resultados en la Tabla 5 muestran que la mayor influencia de impacto es P3, alteración de suelos aprovechable con un valor de 21 puntos, mientras que para la dependencia los mayores impactos se obtuvieron en P7 desplazamiento temporal o permanente de aves, reptiles y mamíferos, al igual que P8 alteración del paisaje con un valor de 21 puntos. Por otro lado, a través de esta tabla se determinaron los cálculos de las líneas que cruzan los cuadrantes

Críticos, Activos, Pasivos, e Indiferentes, permitiendo identificar el nivel de los impactos, se determinan tomando la dependencia y la influencia de mayor valor dividida en 2.

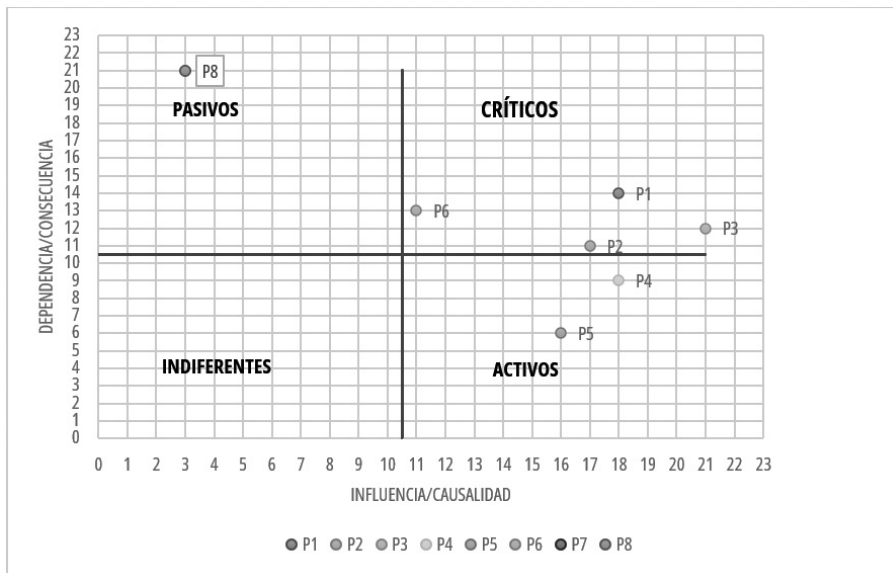
Tabla 6.

Parámetros nivel de impactos.

	X	Y
Línea horizontal	0	10,5
	21	10,5
Línea vertical	10,5	0
	10,5	21

Figura 7.

Problemáticas ambientales y análisis de incidencia.



En la Figura 7 se pueden observar las problemáticas y el nivel de sus impactos, los cuales arrojaron los siguientes comportamientos:

Problemas Críticos

P1. Alteración de la dinámica del cauce.

P6. Cambio en condiciones físicas del cauce (aporte de sedimentos y turbidez).

P3. Alteración de suelo aprovechables.

P2. Remoción de la cobertura vegetal del suelo.

Este tipo de problemas generan los impactos de mayor afectación, incluso originan otras problemáticas.

Problemas Pasivos

P8. Desplazamiento temporal o permanente de aves, reptiles y mamíferos.

P7. Alteración del paisaje.

Este tipo de problemas, no ocasionan riesgos potenciales graves para el ecosistema circundantes, ni complejos para su recuperación, los elevados costos, son causados por otros.

Problemas Activos

P4. Inducción a procesos erosivos.

P5. Contaminación del Suelo.

Estos tipos de problemas, afectan de manera directa a los problemas críticos.

Problemas Indiferentes

Este tipo de problemas presentan un bajo total de activos y pasivos, ni causan otros y ni son causados, se considera de baja prioridad dentro del sistema analizado, teniendo en cuenta que la actividad minera implica grandes consecuencias ambientales.

Conforme a los resultados obtenidos por la actividad de la minería de oro ilegal en la cuenca baja del río Palo, considerando que es

el sustento económico para un gran número de personas de estas comunidades, esta actividad ha venido siendo mecanizada durante los últimos años de tal manera, que el ecosistema asociado se ha visto directamente afectado, como se puede observar en la Figura 6.

Las operaciones mineras informales el uso de diversos productos y la operación de maquinaria pesada son la causa de la remoción de la cobertura vegetal, al igual que daño en las áreas aluviales, la pérdida del paisaje, todo esto asociado a la generación de empleo de un gran número de personas. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Casas (2015), los cambios ambientales son causados por la extracción minera y radica en 3 componentes: la minería ilegal, la ineficiencia de entidades gubernamentales del estado y la falta de compromiso de las empresas frente al cuidado hacia el medio ambiente. Pero también lo planteado por Leguizamo y Ruiz (2019), quienes afirman que “en la actualidad la minería ilegal es la responsable de la mayor parte de afectaciones sobre los ecosistemas, pero el principal recurso afectado el recurso hídrico”. Sin embargo, los resultados difieren de este estudio teniendo en cuenta que al realizar la valoración de los impactos, haciendo uso de la matriz de Vester, el principal recurso afectado fue la alteración de suelos aprovechables como se observa en la Tabla 5, finalmente, concuerda con lo argumentado por Bernal-Guzmán (2018), quien explica que la “ausencia de políticas ambientales es otro de los muchos problemas ya que la minería no tiene adecuado control para prevenir el daño ambiental; si no que al faltar estas políticas han traído consecuencias negativas”.

Perdida de Cobertura Vegetal

En cuanto a los resultados del análisis espacial con el código de Google Earth Engine (Figura 9) con relación a la pérdida de cobertura vegetal anual, se puede observar que durante el año 2014 se presentó mayor deforestación con un valor de 111.575 m², seguido del año 2001 con 73.723 m², mientras que para los años 2020 y 2021 se registró la menor pérdida de cobertura con 2.678 m² y 3.570 m² respectivamente. La deforestación total en el periodo analizado entre el 2001 y 2021 contabiliza 614.586 m².

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos de la pérdida de cobertura vegetal en la cuenca baja del río palo en los periodos (2000-2021).

Tabla 7.

Pérdida de cobertura vegetal en el periodo (2000-2021).

Año	Pérdidas de cobertura vegetal en (m2)	Pérdidas de cobertura vegetal en (ha)
2001	73723.06264504825	7,4
2002	52668.01971435547	5,3
2003	7141.6922607421875	0,7
2004	21424.671875	2,1
2005	22307.321337172565	2,2
2006	22838.741781077668	2,3
2007	6248.7886962890625	0,6
2008	15175.841918945312	1,5
2009	41064.35803222656	4,1
2010	10712.124389648438	1,0
2011	36600.379455566406	3,7
2012	62139.03507774204	6,2
2013	32137.46173095703	3,2
2014	111575.41887637868	11,2
2015	28307.48779512293	2,8
2016	14283.182067871094	1,4
2018	18746.373413085938	1,9
2019	31243.942504882812	3,1
2020	2678.078125	0,3
2021	3570.8287353515625	0,4

Figura 8.

Pérdida de cobertura Vegetal 2000-2021.

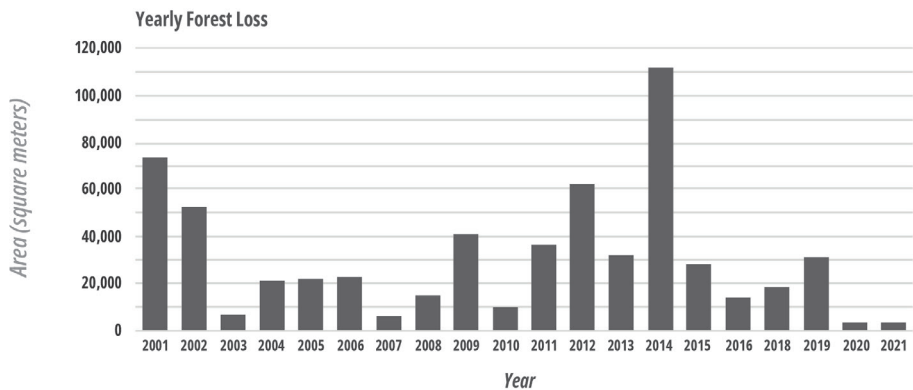


Fuente: Google Earth Engine

Para determinar la pérdida de cobertura vegetal (2000-2021), en los municipios de Caloto y Guachené, se puede visualizar los resultados del procesamiento en la plataforma de GEE (Figura 8), en los datos de la imagen obtenida a través de Global Forest Change 2000-2021, donde se observa la pérdida de vegetación a lo largo del río Palo.

Figura 9.

Pérdida de cobertura vegetal en los municipios de Caloto y Guachené correspondiente a los años (2000-2021).



Fuente: Google Earth Engine

El incremento de la actividad minera en los últimos años en la cuenca baja del río Palo ha acarreado problemas ambientales entre ellos la pérdida de cobertura vegetal Fig .9, teniendo en cuenta la falta de presencia estatal sumado a ello, el asentamiento de comunidades ribereñas, además en la zona se presentan conflictos por grupos al margen de la ley por utilización del suelo.

Estas circunstancias han derivado fuerte impactos sobre la cobertura vegetal (Tabla 7). En cuanto a los resultados con el código de Google Earth Engine, se puede afirmar que en el año 2014 fue el año con mayor deforestación con un valor de 111.575 m², seguido del año 2001 con 73.723 m². Esta investigación tiene gran similitud a lo realizado por Paradelo (2013), la cual manifiesta que “la extracción de minerales puede generar fuertes impactos sobre la superficie del suelo y cambios significativos en el paisaje, la alteración de características productivas del terreno y producción de efectos negativos hacia el medio ambiente”.

De acuerdo al análisis de los resultados de esta investigación, esta situación es similar a la reportada por Saavedra (2021), quien también expresa que una de las principales causas de la pérdida de cobertura vegetal, es debido a la extracción ilícita de minerales en continuo crecimiento de forma alarmante en esta región, influenciado por la inoperancia del estado, la presencia de grupos al margen de la ley y el asentamiento de comunidades ribereñas ilegales. Mientras en Perú, lo planteado por Huacani et al. (2022) quienes consideran que la causa principal de la pérdida de cobertura vegetal es a causa de la extracción ilícita de minerales.

Conclusiones

Mediante la investigación realizada en la cuenca baja del río palo, en los municipios de Caloto y Guachené, se debe ejercer mayor control y vigilancia por parte de los entes gubernamentales encargados en proteger la cuenca del río Palo, tanto para usuarios con títulos mineros

como para extractores ilegales de material de arrastre y la minería de oro. Por ende, se hace necesario la realización de trabajos y proyectos de educación ambiental, como una forma de involucrar y sensibilizar a la comunidad y así se garantice la recuperación, conservación y apropiación del territorio. Por otro lado, es importante la claridad de las funciones y competencia por parte de algunos funcionarios de las entidades gubernamentales, encargadas del cuidado y protección del medio ambiente en la región. Finalmente, en la actualidad en gran parte del área de estudio también se presentan zonas de conflicto por utilización del suelo.

Los principales subcomponentes impactados por el desarrollo de la extracción de material de arrastre son el subcomponente hidrológico, el subcomponente flora y el subcomponente paisajístico. Además, desde el punto de vista ambiental el incremento de la actividad minera mecanizada e ilegal en los últimos años, lo que se traduce en un aumento significativo de los impactos negativos sobre los ecosistemas de la región.

Referencias

- Arévalo Monroy, D. S. (2018). *Valoración Económica de las Afectaciones Producto de los Impactos Ambientales Generados por la Extracción de Material de Arrastre en la Inspección de Cambao, Jurisdicción del Municipio de San Juan de Rioseco, Departamento de Cundinamarca*, [Tesis de especialización, Universidad de libre]. Repositorio Unilibre. Colombia, Bogota D.C.
- Arias Vanegas, J. y Caicedo Fernández, A. (2017). Etnografías e historias de despojo: una introducción. *Revista Colombiana de Antropología*, 53(1), 7-22.
- Bárcena, A. (2018). Estado de situación de la minería en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades para un desarrollo más sostenible. *Evaluación del sector minero en América Latina y el Caribe*. ECLAC. <https://www.cepal.org/sites/default/files/>

presentation/files/181116_extendidafinalconferencia_a_los_ministros_mineria_lima.pdf

- Bastidas-Orrego, L. M., Ramírez-Valverde, B., Cesín-Vargas, A., Juárez-Sánchez, J. P., Martínez-Carrera, D., y Vaquera-Huerta, H. (2018). Conflictos socioambientales y minería a cielo abierto en la Sierra Norte de Puebla, México. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*. 1(72), 35-65.
- Bernal-Guzmán, L.-J. (2018). Minería de oro en el Nordeste antioqueño: una disputa territorial por el desarrollo. *Gestión y Ambiente*, 21(2), 74-85. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.77865>
- Betancourt, J. E., y Solaque, Y. E. (2019). *Análisis del impacto ambiental generado por la explotación de material de arrastre en el río Guatiquia en el municipio de Villavicencio-Meta: caso Mina Guatiquia Centro SAS*. SAS Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Blanco Benavente, E. E., y Paricahua Sinca, H. F. (2020). *Identificación y valoración de impactos ambientales generados por las actividades de la minería informal, en el Cerro Luicho del Distrito de Colta, Provincia de Paucar del Sara Sara, Ayacucho* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la UTP, Perú, Arequipa. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3017>
- Brousett-Minaya, M. A., Rondan-Sanabria, G. G., Chirinos-Marroquín, M., y Biamont-Rojas, I. (2021). Impact of mining on surface waters of the region puno-Perú. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 21(21), 187-208.
- Bustamante, N., Danoucaras, N., McIntyre, N., Díaz-Martínez, J. C., y Restrepo-Baena, O. J. (2016). Review of improving the water management for the informal gold mining in Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 1(79), 163-172.
- Cárdenas, D. K. (2017). *Identificación de los impactos socio-ambientales de la mina el gran provenir localizada en el municipio del Líbano Tolima*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada].

Repositorio unimilitar, Colombia, Bogotá D.C. <http://hdl.handle.net/10654/16385>

- Caro-Galvis, C. (2021). “La piquiña de la Minería” Territorial practices and socio-spatial transformations in the Nasa indigenous territories of Cerro Munchique Santander de Quilichao, Colombia. 2009-2019 (Doctora dissertation, Universidad Nacional de Colombia). [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Unal, Colombia, Bogota D.C. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82163?show=full>
- Carrillo, J. D. (2019). Investigación de los impactos ambientales generados por la minería ilegal, a través de una metodología de marco ordenador común. [Trabajo de grado Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Udistrital, Colombia, Bogotá D.C.
- Carvajal Silva, D. F., Cucunubá Moreno, P. A., Moreno Mayorga, N. L., Ramírez Piñeros, J. D., y Sastoque Martínez, L. A. (2018). Evaluación de impacto ambiental para el área de explotación minera bloque JG7-16511 para material de arrastre - Boyacá. [Trabajo de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. Expediio Repositorio. Colombia, Bogotá D.C.
- Clavijo, D. M., Moya, P. A., y Aya, A. K. (2022). Análisis del impacto ambiental generado por la explotación de agregados pétreos en el afluyente caño camelias en el municipio de guamal, vereda humadea – departamentodelmeta. [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC, Colombia., Villavicencia. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/45237>
- Cerón Cerón, A. y Gutiérrez Arango, C. (2019). Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Usta, Colombia, Villavicencio.
- Colombia. Alcaldía Municipal de Caloto (2020). Plan de Desarrollo Municipal, <https://www.caloto-cauca.gov.co/Paginas/default.aspx>

- Colombia. Alcaldía Municipal de Guachené (2012). Plan Básico de Ordenamiento Territorial, <https://www.guachene-cauca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Cotera Paucar, J. A. (2012). Cambio de método de explotación minera de superficial a subterránea, para mejorar la recuperación de mineral en T17 Open Pit Of Kamoto Copper Company SARL–Congo, África. [Tesis de grado]. Universidad nacional del centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Cuesta Hinestroza, L., Nupan Mosquera, M. I., Ramírez Moreno, S., y Palacios Lozano, L. G. (2016). El derecho a la participación en el trámite de licencias ambientales: ¿Una garantía para la protección del medio ambiente? *Revista Academia y Derecho*. 7(12), 53-86.
- DANE. (2015). Informe de Coyuntura Económica Regional ICER. Popayán Colombia.
- DANE. (2022). Censo nacional de población y vivienda - Colombia. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- De La Mata Castañeda, M. (2017). El proceso de Formalización Minera y su relación con el Desarrollo Sostenible de la Región Madre de Dios, durante el año 2016. [Tesis de doctorado, Instituto Científico Tecnológico del Ejército]. Concytec, Perú, Lima.
- Delgado Prado, K. D. (2018). Plan estratégico de la carrera de Minas, extensión Morona Santiago, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, período 2018-2022 [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Biblioteca epoch, Ecuador, Riobamba.
- Delgado Salazar, K. E., y Ramos Arciniega, Y. P. (2017). Evaluación del impacto socioambiental causado por la actividad minera en las comunas de Angostura y Playa de Oro, cantón Eloy Alfaro, provincia de Esmeraldas [Trabajo de grado], Universidad técnica del norte, Ibarra, Ecuador.

- Escobar Sánchez, A. A. (2016). *Análisis de las afectaciones ecológicas y sociales que causa la explotación de material de arrastre en el río Nima a su paso por los corregimientos de Amaime, Boyacá y La Pampa, en el municipio de Palmira, Valle del Cauca*. [Tesis de Maestría.] Universidad de Manizales. Manizales, Colombia.
- Farrás, L. E. P. (2005). *Teoría de la sedimentación. Area de hidráulica, Cátedra de Hidráulica Aplicada a la Ingeniería Sanitaria*.
- Fuentes López, H. J., Ferrucho Parra, C. C., y Martínez González, W. A. (2021). *La minería y su impacto en el desarrollo económico en Colombia*. *Apuntes del CENES*, 40 (71), 189-216.
- García Ordiales, E., Roqueñí Gutiérrez, M. N., Cienfuegos Suárez, P., Covelli, S., y Sanz Prada, L. (2020). *Análisis de la presencia de mercurio en diferentes compartimentos ambientales del estuario del río Nalón como consecuencia de la minería*. Editorial Universidad de Oviedo.
- Gavriletea, M. D. (2017). *Environmental impacts of sand exploitation. Analysis of sand market*. *Sustainability*. 9 (7), 1118.
- Garzón Tovar, L. N. (2013). *Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda El Mochuelo Bajo, Ciudad Bolívar, Bogotá D.C., estudio de caso*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Javeriana, Colombia, Bogota D.C.
- Giarracca, N., y Teubal, M. (2010). *Disputas por los territorios y recursos naturales: el modelo extractivo*. *Revista alasru*, 5(249), 113-133.
- Gómez, A. M. (2020). *Análisis de los proyectos extractivos mineros de material de construcción en la configuración territorial del municipio de Firavitoba (2009-2019)*. [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Javeriana]. Repositorio Javeriano, Colombia, Bogotá D.C. <http://hdl.handle.net/10554/50782>.
- González, S. E. (2022). *Impacto ambiental de la explotación minera a cielo abierto en Colombia*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio unimilitar, Colombia, Bogota D.C. <http://hdl.handle.net/10654/41483>

- Gonzalías, G. D. (2020). *Metodología del control ambiental en los procesos de Minería, en el Departamento del Valle del Cauca* [Trabajo de grado, Universidad de Caldas]. Repositorio ucaldas, Colombia, Manizales.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., y Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*. 202(1), 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, y J. R. G. Townshend. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342(6160), 850-53. DOI: 10.1126/science.1244693.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mcgraw-hill.
- Herrera Pérez, I. P. (2022). *Evaluación de los pasivos ambientales generados por explotación de material de arrastre en el municipio de Morroa departamento de Sucre*. [Tesis de grado, Universidad de Manizales.] Repositorio Institucional Universidad de Manizales, Colombia, Manizales.
- Hinojosa Millán, C., Pinilla Ticora, Y. D., Sánchez Echeverri, S., Urrea Hernández, S., Ramírez Herrera, V., y Caro Jiménez, J. K. (2018). *Caracterización físico-mecánica de los agregados pétreos (materiales de arrastre y canteras) del municipio de Dosquebradas*. [Trabajo de grado, Universidad Libre Seccional Pereira]. Repositorio unilibre. Colombia, Pereira. <https://hdl.handle.net/10901/17042>

- Houbin, B., Rahmati, O., Tahmasebipour, N., Feizizadeh, B., y Pourghasemi, H. R. (2019). Application of fuzzy analytical network process model for analyzing the gully erosion susceptibility. *Advances in Natural and Technological Hazards Research* 1(1), 105–125.
- Huacani, W., Meza Peña, N. P., Escobedo Silva, F., Vilca Mansilla, E., Calizaya Llatasi, E. E., Calizaya Llatasi, F. G. y Huanca Checca, F. (2022). Degradación Forestal por la Minería, Mediante Google Earth Engine Periodo 2000-2020 – Caso Manu, Madre de Dios. En N. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, B. Sánchez, A. Tremante (Eds.), *Memorias de la Décima Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2022*. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/CICIC2022.01.175>
- Insuasty Rodríguez, A., Grisales, D. y Gutiérrez León, E. M. (2013). Conflictos asociados a la gran minería en Antioquia. *El Agora USB*, 13(2), 371-397.
- Jiménez Arrieta, J. A. (2020). *Diagnóstico socio-ambiental de la explotación de material de arrastre en el municipio de san carlos-córdoba, Colombia*. [Tesis de grado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Unicordoa, Colombia, Monteria.
- Kondolf, G. M. (2002). *Freshwater gravel mining and dredging issues: white paper*. Editorial Washington Department of Fish and Wildlife.
- Kori, E. y Mathada, H. (2012). An assessment of environmental impacts of sand and gravel mining in Nzhelele Valley, Limpopo Province, South Africa. In *3rd International Conference on Biology, Environment and Chemistry*. IACSIT Press, Singapore 46 (29), 137-141.
- Lopera, J. F. (2016). *afectaciones socioambientales por la extracción de material de arrastre en el rio coello tramo gualanday “k 0.0”-chicoral “k 10.9”* [Tesis de grado, Universidad de Cundinamarca]. Repositorio U Cundinamarca, Colombia, Girardot. <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/>

- Luna, J. A. (2015). *El impacto ambiental por la actividad de explotación de canteras en la localidad de Usme y sus principales medidas de manejo*. [Trabajo especialización, Universidad Militar de Nueva Granda] Repositorio Unimilitar, Colombia, Bogotá D.C. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6331/Art%C3%ADculo%20EL%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20POR%20LA%20ACTIVIDAD%20DE%20EXPLORACI%C3%93N%20DE%20CANTERAS%20EN%20LA%20LOCALIDAD%20DE%20USME%20Y%20SUS%20PRINCIPALES%20MEDIDAS%20DE%20MANEJO.pdf;sequence=1>
- Malagón, L. K. (2020). *Evaluación de impacto ambiental y actualización del plan de manejo ambiental para la explotación y beneficio de caliza a cielo abierto del contrato de concesión 0908-15 mina el pajal en la vereda la carrera del municipio de Tibasosa – Boyacá*. [Trabajo de grado, Universidad Nacioana Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38759>.
- Marrugo-Negrete, J., Pinedo-Hernández, J. y Díez, S. (2015). Geochemistry of mercury in tropical swamps impacted by gold mining. *Chemosphere*, 134(1), 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.03.012>
- Martínez Ortiz, J. A. (2017). *Revisión bibliográfica para el análisis de los impactos ambientales generados por la extracción de material de arrastre en cuerpos de agua-caso de estudio*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Manizales]. Repositorio UCM, Colombia, Manizales.
- Montaño, C, D, Rivera Tello, L y Quejada Mena, Y. (2020). *Justicia propia ancestral: formas de resolución de tensiones en el Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero, Santander de Quilichao (2003-2020)*. Editorial Universidad del Valle.
- Montes Cortés, C. (2018). *La corrupción en el sector ambiental: un detrimento contra el patrimonio natural*. Editorial Universidad Externado de Colombia.
- Navarro, A., Biester, H., Mendoza, J. L. y Cardellach, E. (2006). Mercury speciation and mobilization in contaminated soils

- of the Valle del Azogue Hg mine (SE, Spain). *Environmental Geology*, 49, 1089-1101.
- Ojeda, D. (2017). Los paisajes del despojo: propuesta para un análisis desde las reconfiguraciones socioespaciales. *Revista Colombiana de Antropología*, 52(2): 19-44.
- Olortegui, Y. L. (2020). *Actividad minera en las concesiones Caracolito I-2005 y Caracolito II-2006 y su influencia en los impactos ambientales-Ambar/Supe-2018*, 16–100. [Tesis de maestría, Universidad Nacional]. Repositorio unjfs, Perú, Huacho.
- Orellana, L., Méndez, P. y Mishquero, D. (2019). Conflictos e impactos generados por minería: Una amenaza al territorio de la comunidad indígena Cofán de Sinangoe, Sucumbíos–Ecuador. *Green World J.* 3(3), 1-11.
- Paradelo, R. (2013). Utilización de materiales compostados en la rehabilitación potencial de espacios afectados por residuos mineros y suelos de mina. *Boletín Geológico y Minero*, 124 (3): 405- 419.
- Parra, P. A. (2018). *diagnóstico de la minería tradicional de material de arrastre en el municipio de Maicao, la guajira, en el marco del programa de formalización minera nacional*. [Trabajo de grado]. Fundación Universitaria del área Andiana . Valledupar, Colombia. [Vhhttps://digitk.areandina.edu.co/](https://digitk.areandina.edu.co/)
- Pérez Porto, J., Gardey, A. (29 de enero de 2019). *Definición de minería - Qué es, Significado y Concepto*. <https://definicion.de/mineria/>
- Ramírez Rojas, M. I. (2008). *Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2591>
- Robledo, F. A. (2018). *Departamento del Quindío. Participación ciudadana, consulta popular y ejercicio de derechos, frente a la actividad minera en el territorio: desafíos, obstáculos y estrategias de intervención Colombia 1998-2018*. [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Javeriana,]. Repositorio Javeriana, Colombia, Bogota. <http://hdl.handle.net/10554/37891>.

- Restrepo, E. (2017). Afrodescendientes y minería: tradicionalidades, conflictos y luchas en el norte del Cauca, Colombia. *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology*, 14(2), 2-25. <https://doi.org/10.1590/1809-43412017v14n2p225>
- Restrepo, V. J. R. (2020). ¿Cómo gerenciar un proyecto a través de la matriz Vester en planificación estratégica? Caso: explotación minera en Timbiquí (Cauca). *Punto de vista*, 11(17), 63-84.
- Saade Hazin, M. (2013). *Desarrollo minero y conflictos socioambientales: los casos de Colombia, México y el Perú*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5369-desarrollo-minero-conflictos-socioambientales-casos-colombia-mexico-peru>
- Saavedra, Y. (2021). *Determinación de área perdida de bosque en Colombia mediante el empleo de Google Earth Engine*. [Archivo de video], Yuotube. <https://www.youtube.com/watch?v=Pib1pDiLdTg>
- Sánchez Osorio, A. M. y Martínez Jiménez, C. (2020). *Evaluación ambiental del proceso de explotación de material de arrastre en el tramo san miguel del rio algodonal*. [Tesis de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Usta, Colombia, Ocaña.
- Spiegel, S. J. y Veiga, M. M. (2010). International guidelines on mercury management in small- scale gold mining. *Journal of Cleaner Production*, 18(4), 375-385.
- Svampa, M. y Antonelli, M. A. (2021). *Minería transnacional, narrativas del desarrollo y resistencias sociales*. Editorial Biblos.
- Vega Hurtado, L., Valencia Robledo, J. M. y García Arias, J. E. (2018). *Efectos ambientales y sociales generados por la actividad minera en la cuenca media del Rio Quito, Choco*. [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio RIDUM, Quibdó, Colombia.
- Veiga, M. M., Angeloci-Santos, G. y Meech, J. A. (2014). Review of barriers to reduce mercury use in artisanal gold mining. *The Extractive Industries and Society*, 1(2), 351-361.



CAPÍTULO 6

Educación Ambiental y Conservación de la Biodiversidad de Especies Animales Emblemáticas en Suramérica: una Revisión Sistemática

Environmental Education and Conservation of the Biodiversity of Emblematic Animal Species in South America: a Systematic Review

Francisco Javier Bedoya Rodríguez

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0002-6938-903X

✉ francisco.bedoya00@usc.edu.co

Jonathan S. Pelegrin

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali

© 0000-0001-5954-5476

✉ jonathan.pelegrin00@usc.edu.co

Resumen

En el contexto actual, es de gran importancia la conservación de la biodiversidad en el mundo. Sur América se caracteriza por la presencia de reservas ambientales encargadas de la protección de ecosistemas, no obstante, amenazas como la pérdida del hábitat y la presión de la caza, pone el alto riesgo especies animales emblemáticas. Este trabajo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura sobre los programas de conservación y educación ambiental de la biodiversidad de especies animales emblemáticas, carismáticas y paraguas. Se analizaron metadatos con palabras clave en Scopus y

Cita este capítulo / Cite this chapter

Bedoya Rodríguez, F. J. y Pelegrin Ramírez, J. (2025). Educación ambiental y conservación de la biodiversidad de especies animales emblemáticas en Suramérica: una revisión sistemática. En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). Estudios transdisciplinarios del medio ambiente. (pp. 233-254). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287770782-6>

SciELO durante los últimos 10 años. En la búsqueda se priorizaron 143 títulos relacionados con la temática. Como resultado se identificaron 30 especies: 50% especies emblemáticas, 36.7% especies carismáticas y 13.3% especies paraguas. Brasil fue el país con más estudios sobre estas especies, seguido de Argentina y Colombia. Los procesos de educación y conservación más relevantes son el establecimiento de reservas o áreas protegidas, la participación ciudadana y las estrategias educativas desde la escuela.

Palabras clave: Educación ambiental, conservación de la biodiversidad, especies emblemáticas, especies carismáticas, especies paraguas.

Abstract

In the current context, the conservation of biodiversity in the world is of great importance. South America is characterized by the presence of environmental reserves responsible for the protection of ecosystems, however, threats such as habitat loss and hunting pressure put emblematic animal species at high risk. The aim of this work is to carry out a systematic review of the literature on conservation and environmental education programs for the biodiversity of emblematic, charismatic and umbrella animal species. Metadata with keywords were analyzed in Scopus and Scielo during the last 10 years. A total of 143 titles related to the subject were prioritized in the search. As a result, 30 species were identified: 50% emblematic species, 36.7% charismatic species and 13.3% umbrella species. Brazil was the country with the most studies on these species, followed by Argentina and Colombia. The most relevant education and conservation processes are the establishment of reserves or protected areas, citizen participation and school-based educational strategies.

Keywords: Environmental education, biodiversity conservation, emblematic species, charismatic species, umbrella species.

Introducción

Históricamente, diversos procesos climáticos y geológicos han influido en la configuración de la fauna suramericana (Pelegrin et al., 2018; Sanz-Pérez et al., 2024; Pelegrin, 2024). Producto de esta historia evolutiva, el continente se caracteriza actualmente por una destacada diversidad animal y ello hace imprescindible la implementación de estrategias de conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas gracias al establecimiento de áreas protegidas (Goldberg et al., 2016).

En el contexto de esta diversidad de especies, desde la biología de la conservación se establecen categorías que permiten el diseño de estrategias educativas y políticas de conservación en las áreas protegidas, mejorando la comunicación científica de las problemáticas que las especies enfrentan. Entre dichas categorías se encuentran: especies emblemáticas (EE), que por su estructura son empleadas en procesos de conservación y protección de los ecosistemas (Albert et al., 2018; Montenegro-Muñoz et al., 2019).

Las especies carismáticas (EC) que, por su belleza y valor estético, adquieren importancia en las comunidades, generando curiosidad, interés, apropiación y una percepción que promueve sentimientos de conservación (Jarić et al., 2020; Ducarme et al., 2013; Vidal et al., 2023). Finalmente, se encuentran las especies paraguas (EP), que se vinculan con las anteriores, dado que, al protegerlas, de manera implícita se protegen otras especies que comparten el mismo hábitat (Sattler et al., 2014; García, 2022).

El análisis de cómo los esfuerzos de educación ambiental para la conservación se focalizan en estas especies, resulta clave en el diseño de planes de manejo ambiental y en la toma de decisiones de gobernanza. Asimismo, la información derivada del estudio de estas especies puede permitir una mayor apropiación social del conocimiento, visibilidad social y construcción de un imaginario de biodiversidad que se traduce en cultura científica y ambiental (Figura 1).

Comprender los patrones de distribución de las especies es importante en la preservación de la biodiversidad, además de conocer las estrategias de conservación que se han venido implementando en distintos países de Suramérica. Particularmente en Brasil se han estudiado ampliamente diversos aspectos ecológicos de EE y EC, como el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*) y la guacamaya azul y amarilla (*Ara ararauna*), respectivamente, así como factores que se constituyen en amenazas para sus hábitats (Barragán-Ruiz et al., 2021; Angeoletto et al., 2022).

En Argentina se destacan EE como el carpincho o chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), especie con la que se han realizado estudios sobre su ecología en el contexto de los humedales y áreas protegidas donde este roedor se desarrolla (Tietze et al., 2023).

En Colombia se han realizado estrategias de conservación y educación ambiental (EA) que vinculan al Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), siendo este una EE que ha permitido articular estrategias de participación ciudadana de forma exitosa (Castillo-Figueroa et al., 2019). Asimismo, estas estrategias de EA han contribuido a la preservación de los ecosistemas de alta montaña y páramos donde también cohabitan especies como el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de páramo (*Tapirus pinchaque*) (Cheveljer et al., 2011; Ruiz-García et al., 2020a; Pisso-Florez et al., 2021).

Otros estudios en Colombia se han enfocado en la implementación de estrategias de ciencia ciudadana, donde es fundamental la participación del ciudadano, el análisis de los conocimientos, actitudes y prácticas frente al cuidado de las EE y la ejecución de proyectos productivos en áreas protegidas. Estos procesos han contribuido en la preservación y conservación de la biodiversidad (Betancur y Cañon, 2016; Montenegro-Muñoz et al., 2019; Peter et al., 2019; Mena et al., 2020; Pelegrin et al., 2023). Particularmente en Colombia, las percepciones frente a la biodiversidad y su importancia adquirieron una relevancia significativa a nivel ciudadano durante la COP16 de biodiversidad celebrada en la ciudad de Cali en 2024 (Bedoya Rodríguez et al., 2025).

Por su parte, en Ecuador, Chile y Perú se han desarrollado trabajos enfocados en EE, donde se pueden identificar experiencias sobre conservación del oso andino (*Tremarctos ornatus*), el tucuquere (*Bubo magellanicus*) y el delfín mular costero (*Tursiops truncatus*), respectivamente. Considerando este contexto, este trabajo realiza un análisis de revisión exploratorio de estudios e investigaciones que han empleado herramientas de educación ambiental para la conservación de EE, EC y EP en el contexto suramericano.

Figura 1.

Infografía de divulgación típica donde se aprecian algunas especies emblemáticas, carismáticas y paraguas de Suramérica.



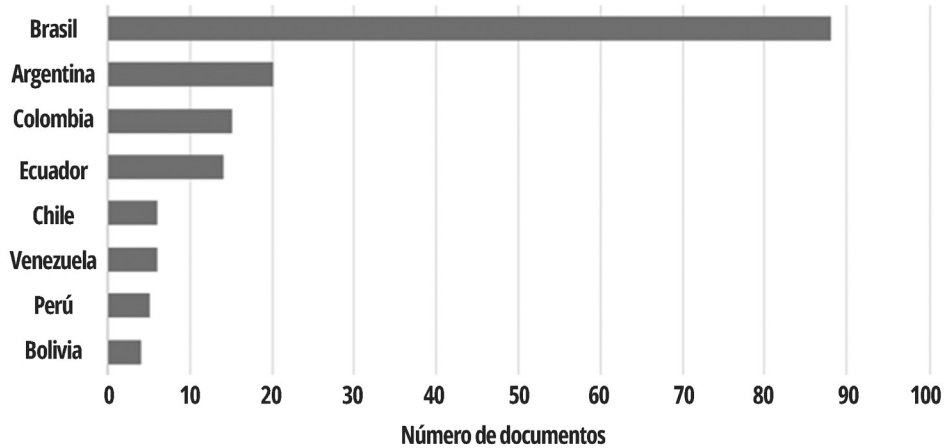
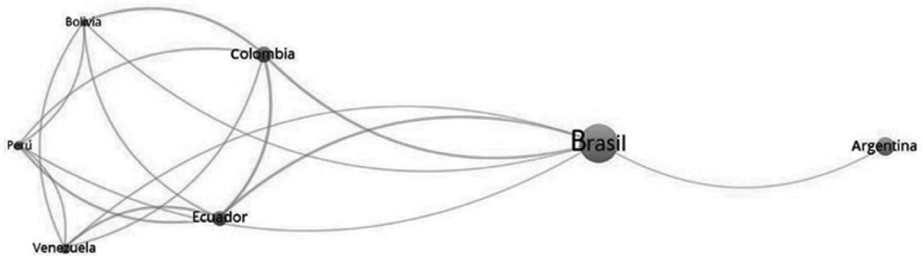
Materiales y Métodos

Para la revisión sistemática de la literatura sobre la conservación de EE, EC y EP en países de Suramérica, se considero una temporalidad de los últimos 10 años (2014 a 2023). Se utilizaron las bases de datos de Scopus, ScienceDirect y Scielo. La fórmula de búsqueda se ejecutó con las palabras clave del estudio: “environmental education” OR “conservation”; AND “animal” AND “emblematic species” OR “charismatic species” OR “umbrella species” OR “animal species”. La búsqueda reveló un total de 2381 documentos publicados, luego se aplicaron criterios de exclusión según el tema relacionado con el objeto de estudio.

A parte de la temporalidad, otros filtros en la búsqueda fue restringir los estudios a países de Suramérica. Según esta depuración de información, se analizaron un total de 143 publicaciones. Después de filtrar la búsqueda, se identificaron las especies investigadas y estudiadas en cada publicación. También se realizó un proceso de bibliometría con metadatos de Scopus y el software VOSviewer, para identificar visualizaciones de redes entre países suramericanos que colaboran en el estudio de estas especies. En este sentido, la revisión proporcionará aspectos cuantitativos y cualitativos con la finalidad de analizar y resumir la literatura consultada, así como encontrar la incertidumbre existente de cómo se abordan las estrategias de conservación y EA frente a las especies de estudio.

Resultados y Discusión

Se revisaron un total de 143 publicaciones que tuvieron una cobertura geográfica en el territorio suramericano. Como se puede observar en la Figura 2, Brasil lidera como el país con más estudios, seguido de Argentina y Colombia, en la temporalidad establecida, cuyos trabajos analizan la conservación de las EE, EC y EP. Asimismo, en la coautoría entre países, Brasil tiene más colaboraciones de investigación con respecto a los otros países suramericanos (Figura 3).

Figura 2.*Publicaciones por país.***Figura 3.***Visualización de red de cooperación entre países de Suramérica.*

Resultados Revisión Literaria

La revisión consideró la identificación de los tipos de especies según el país donde fueron estudiadas (Tabla 1). Las principales tendencias temáticas de investigación según los trabajos consultados fueron: la conservación, biodiversidad, deforestación, bosque atlántico,

riqueza de especies, cambio climático, Educación Ambiental, etnozoología y especies amenazadas. El abordaje de estas temáticas coincide en cómo los procesos agrícolas y los usos de la tierra generan amenazas a la conservación de los ecosistemas, por tal razón las investigaciones que integran participación ciudadana y aportan elementos en la toma de decisiones, puede impactar positivamente en la elaboración de regulaciones ambientales que fortalezcan las herramientas de gobernanza (Borón et al., 2016).

Tabla 1.
Identificación de especies y país de estudio.

Especie o grupo biológico de interés	Tipo de especie	País de estudio
Pecaríes de labios blancos (<i>Tayassu pecari</i>)	Especie paraguas	Brasil
Cigüeña maguari (<i>Ciconia maguari</i>)	Especie carismática	Brasil
Mono titi de Vieira (<i>Plecturocebus vieira</i>)	Especie emblemática	Brasil
Guacamaya azul y amarilla (<i>Ara ararauna</i>)	Especie carismática	Brasil
Guacamayo jacinto (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>)	Especie emblemática	Brasil
Osos hormigueros gigantes (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>)	Especie emblemática	Brasil
Arapaima (<i>Arapaima gigas</i>)	Especie emblemática	Brasil
Sapo de vientre rojo (<i>Melanophryniscus admirabilis</i>)	Especie emblemática	Brasil
Tortugas continentales (diversas especies)	Especie emblemática	Brasil
Tortugas marinas (diversas especies)	Especie emblemática	Brasil
Carpincho (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>)	Especie emblemática	Argentina
Tortugas verde marina (<i>Chelonia mydas</i>)	Especie carismática	Argentina-Uruguay
Tortugas boda (<i>Caretta caretta</i>)	Especie carismática	Argentina-Uruguay
Tortugas laúd (<i>Dermodochelys coriácea</i>)	Especie carismática	Argentina-Uruguay
Delfin del Plata (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	Especie carismática	Argentina-Uruguay
Lobo marino de dos pelos (<i>Arctophoca australis</i>)	Especie carismática	Argentina-Uruguay
Gaviota cocinera (<i>Larus dominicanus</i>)	Especie carismática	Argentina-Uruguay
Mariposa (<i>Morpho</i>)	Especie carismática	Colombia
Mariposa (<i>Agrias</i>)	Especie carismática	Colombia

Especie o grupo biológico de interés	Tipo de especie	País de estudio
Mariposa (<i>Catantixia lycurgus</i>)	Especie carismática	Colombia
Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>)	Especie emblemática	Colombia
Mono choro (<i>Oreonax flavicauda</i>)	Especie paraguas	Colombia
Mono aullador rojo (<i>Alouatta seniculus</i>)	Especie emblemática	Colombia
Gorrión-Montés Paisa (<i>Atlapetes blancae</i>)	Especie emblemática	Colombia
Tapir de páramo (<i>Tapirus pinchaque</i>)	Especie emblemática	Colombia
Tití cabeciblanco (<i>Saguinus oedipus</i>)	Especie emblemática	Colombia
Ranita venenosa de Samaná (<i>Andinobates daleswansonii</i>)	Especie emblemática	Colombia
Rana blanca (<i>Hypsiboas crepitans</i>)	Especie emblemática	Colombia
Tucán terlaque de Nariño (<i>Andigena laminirostris</i>)	Especie emblemática	Colombia
Oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>)	Especie emblemática	Ecuador-Colombia
Guacamayo Verde Mayor (<i>Ara ambiguus</i>)	Especie emblemática	Ecuador
Tucuquere (<i>Bubo magellanicus</i>)	Especie emblemática	Chile
Delfín mular costero (<i>Tursiops truncatus</i>)	Especie emblemática	Perú
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	Especie emblemática	Colombia-Ecuador-Perú
Loros (orden Psittaciformes)	Especie paraguas	Suramérica

En el continente suramericano se han realizado diversos estudios sobre la conservación de especies emblemáticas, carismáticas y paraguas. La mayoría de estas especies se corresponden con vertebrados y particularmente mamíferos (13 especies). Esto está en línea con las percepciones y valores ambientales que se asocian a este tipo de animales de cara a la ciudadanía, como ha sido reportado en otros contextos sociales y culturales (Albert et al., 2018).

En segundo lugar, se encuentran las aves con 9 especies. Para ciertos animales de interés, no se observan trabajos enfocados en una especie particular sino en grupos taxonómicos más generales como sucede con los loros o las tortugas marinas. Entre las especies que más han recibido atención en los estudios, se destacan el cóndor andino (*Vultur gryphus*) y el jaguar (*Panthera onca*), donde muchos

trabajos resaltan su importancia ecológica y las amenazas presentes para su supervivencia (Mena et al., 2020; Vergara-Tabares et al., 2020; Zambrano-Monserrate, 2020).

En Brasil, se han realizado investigaciones sobre la conservación de la biodiversidad de especies emblemáticas como el arapaima (*Arapaima gigas*), el guacamayo jacinto (*Anodorhynchus hyacinthinus*), oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*), el mono tití de Vieira (*Plecturocebus vieirai*) y las tortugas marinas y continentales (Fontinelli y Creado, 2020; Nogueira et al., 2020; Barragán-Ruiz et al., 2021; Lourenço-de-Moraes et al., 2021; Vicente y Guedes, 2021; Costa-Araújo et al., 2022).

Asimismo, con especies carismáticas como la guacamaya azul y amarilla (*Ara ararauna*) y la cigüeña maguari (*Ciconia maguari*) (Angeoletto et al., 2022; Tubelis y Vieira, 2023). También se presentan estudios donde se analizaron temas de conservación para el sapo de vientre rojo (*Melanophryniscus admirabilis*), siendo esta una especie microendémica en peligro de extinción y el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) considerada una especie clave en la estructura ecosistémica de paisaje (Mann et al., 2021; Costa et al., 2023).

Ahora bien, en términos generales, todos estos estudios identificaron acciones de conservación relacionadas con el ecoturismo responsable, acciones de mitigación del cambio climático y la preservación de especies incorporando diversidad taxonómica y funcional. No obstante, estas iniciativas se ven afectadas por amenazas referentes a la ruptura del hábitat, la caza desmedida, ganadería insostenible, uso indiscriminado de pesticidas y la deforestación.

Es importante destacar, estudios en la Argentina, sobre áreas protegidas con presencia del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) donde se analizó la distribución de este roedor en humedades tropicales y subtropicales (Tietze et al., 2023). Asimismo, en el área estuarina del Río de la Plata, se estudiaron algunas especies carismáticas a modo de indicadores para evaluar la contaminación

por plásticos, estas especies fueron: la tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga boba (*Caretta caretta*), tortuga laúd (*Dermochelys coriácea*), el delfín (*Pontoporia blainvillei*), el lobo marino de dos pelos (*Arctophoca australis*) y la gaviota cocinera o gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) (González-Carman et al., 2021). El trabajo con estas especies puede potenciar el mensaje de concientización sobre la contaminación acuática por plásticos y los efectos en los ecosistemas.

En Chile, se han enfocado acciones de conservación para el tucuquere (*Bubo magellanicus*) considerado un ave importante en la cadena trófica (Jimenez-Cortes et al., 2023). Otro carnívoro importante en este proceso es el oso andino (*Tremarctos ornatus*), avistado en las montañas del Ecuador y considerado una especie emblemática y paraguas que influye positivamente en la conservación de otras especies (Ruiz-García et al., 2020b). También, se han implementado estrategias de EA con gran alcance en la comunidad en la reserva Ayampe ecuatoriana relacionadas con la reintroducción del guacamayo verde mayor (*Ara ambiguus*), donde se aplicaron charlas de sensibilización, actividades lúdicas y festivales ecológicos en esta zona (Montenegro-Pazmiño et al., 2020). En este sentido, en Perú se ha estudiado y considerado al delfín mular costero (*Tursiops truncatus*) como especie emblemática y que debe ser protegida contra la caza indiscriminada dado que tiene un aporte a la conservación de otras especies marinas (Guidino et al., 2023).

En la región andina de Colombia, Moreno-Rubiano et al. (2023) estudiaron las actitudes y percepciones frente a especies de vertebrados carismáticas conocidas por las personas, de este estudio resultó llamativo la alta visibilidad social y sensibilidad frente a especies como el canario (*Sicalis flaveola*), colibrí colirufu (*Amazilia* sp) y el periquito bronceado (*Brotogeris jugularis*), las personas manifestaban interés en estas especies y sus servicios ecosistémicos. Asimismo, al norte de Colombia, Feilen et al. (2018) analizaron el impacto de estrategias educativas didácticas para la conservación del tití cabeciblanco (*Saguinus oedipus*), especie endémica en grave amenaza de extinción.

Otros estudios han analizado las percepciones frente a varias especies de ranas como la ranita venenosa de Samaná (*Andinobates daleswasoni*) y la Rana blanca (*Hypsiboas crepitans*), estableciendo que es fundamental fortalecer la conciencia ambiental hacia estos anfibios y su importancia en la estabilidad de los ecosistemas con miras a su conservación (Nates y Lindemann-Matthies, 2015). Este grupo en particular es uno de los grupos biológicos de mayor diversidad en Colombia (Ramírez-Chaves et al., 2023) y con mayor grado de amenaza global (Bonino et al., 2022).

En relación a los insectos, grupo biológico sensible a cambios climáticos y a contaminación emergente por el uso másivo de plaguicidas (Sánchez-Bayo y Wyckhuys, 2019), las mariposas han recibido especial atención en estudios asociados a especies emblemáticas. Específicamente especies del género *Morpho* y *Agrias* en los bosques amazónicos y las mariposas amarillas (*Catantixia lycurgus*) en la Sierra Nevada de Santa Marta. Estas especies carismáticas disminuyen su riqueza según el clima y los cambios en la estructura de sus hábitats debida a la deforestación (Huertas et al., 2021; Bañol et al., 2022).

Asimismo, en el departamento de Santander (Colombia), estudios sobre EA en relación al cóndor andino (*Vultur gryphus*), demostraron la desatención de esta especie insignia que además tiene un rol ecosistémico en la región, de ahí la importancia de mejorar los niveles de conocimiento frente al cóndor (Castillo-Figueroa et al., 2019). En este sentido, se puede evidenciar otros estudios analizados respecto a la EA y conservación de la biodiversidad se han enfocado en el Cóndor como especie clave. Posiblemente este esfuerzo relativamente destacado se deba a que histórica y culturalmente resulta ser una especie emblemática para Colombia (Plaza y Lambertucci, 2020).

En este sentido la participación ciudadana es un apoyo en la conservación de estas especies emblemáticas, cabe mencionar cómo en el departamento de Nariño (Colombia) este interés ha permitido monitorear y proteger la población de especies como el tucán

terlaque de Nariño (*Andigena laminirostris*) (Montenegro et al., 2019). Igualmente, se han desarrollado esfuerzos enfocados en el Gorrión-Montés Paisa o Montañerito Paisa (*Atlapetes blancae*), ave presente en el norte de Antioquia, que por su historia ecológica se tiene la intención de ser considerada especie emblemática de la región, pero que a su vez debe mejorarse su conservación (Araújo-Guerrero et al., 2023).

La creación y mantenimiento de áreas protegidas en la Amazonía y los Andes, han ayudado a proteger al mono choro (*Lagothrix lagothricha*), una especie paraguas importante, no obstante, se debe regular y planificar el uso de la tierra y fortalecer temas de restauración asociadas a efectos del clima, que son amenazas para esta especie (Linero et al., 2020). Asimismo, Mena et al. (2020) estudiaron al noroeste del Amazonas la riqueza de los jaguares (*Panthera onca*) evidenciando que los territorios indígenas en las áreas protegidas contribuyen a la protección de las especies.

Otros estudios evidenciaron presencia del jaguar (*Panthera onca*), el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) y el chillón del norte (*Chauna chavarría*), en el Valle del Río Magdalena en Colombia, considerándola como una zona importante en procesos de conservación y EA debido a su importancia como corredor biológico para diversas especies, pero debe existir un compromiso contundente de los entes gubernamentales ambientales para el monitoreo constante de estas especies (Carmona et al., 2015; Mendieta-Giraldo et al., 2021).

Conclusiones

El presente estudio proporciona aspectos importantes sobre acciones de conservación en Suramérica que permitan establecer mejores estrategias para el control y monitoreo de las especies de gran interés en las regiones por su representación e iconografía social, pero también por su importancia en el mantenimiento de los ecosistemas.

Se puede evidenciar que la estrategia más utilizada para proteger y conservar las especies emblemáticas, carismáticas y paraguas, su hábitat y los servicios ecosistémicos, es el establecimiento de áreas protegidas. No obstante, en la revisión realizada, algunas estrategias de EA son reveladas, como las campañas de conciencia ambiental y las estrategias lúdicas que acercan el conocimiento a las comunidades, pero es evidente la desatención de los cambios extremos del clima que pueden alterar y desequilibrar los ecosistemas y su biodiversidad.

Finalmente, pese a las diversas investigaciones reportadas a lo largo y ancho del continente, aún continúan siendo insuficientes las estrategias de conservación para muchas especies, además del compromiso gubernamental en el establecimiento de políticas ambientales y educativas que contribuyan a la participación ciudadana y al cambio en el conocimiento ecológico sobre estas especies por parte de una ciudadanía más crítica con el contexto de crisis ambiental contemporánea.

Referencias

- Albert, C., Luque, G. M., y Courchamp, F. (2018). The twenty most charismatic species. *PloS one*. 13(7), e0199149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199149>
- Angeoletto, F., Tryjanowski, P., Santos, J., Martinez-Miranzo, B., Leandro, D., Bohrer, J. et al. (2022). Will Brazilian city dwellers actively engage in urban conservation? A case study with the charismatic neotropical Blue-and-yellow macaw (*Ara ararauna*). *Birds*. 3(2), 234-244. <https://doi.org/10.3390/birds3020015>
- Araújo-Guerrero, V. A., Cardona Vargas, Y. M., Lopera-Salazar, A. y Chaparro-Herrera, S. (2023). La ruta del gorrión: una propuesta pedagógica de educación ambiental en torno al gorrión-montés paisa. *Bio-grafía*. 16(30), 190-199. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.16.num30-17819>

- Bañol, E. R. H., Rodríguez-Chilito, E. P., y Valencia, A. V. (2022). Caracterización Entomológica (Mariposas, Escarabajos coprófagos y abejas de las Orquídeas) en la Vereda Peregrinos en el Marco de las Expediciones Caquetá-Bio. *Revista de la Facultad de Ciencias*. 11(1), 108-135. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v11n1.98935>
- Barragán-Ruiz, C. E., Silva-Santos, R., Saranholi, B. H., Desbiez, A. L., y Galetti Jr, P. M. (2021). Moderate genetic diversity and demographic reduction in the threatened Giant Anteater, *Myrmecophaga tridactyla*. *Frontiers in Genetics*. 12, 669350. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.669350>
- Bedoya-Rodríguez, F. J., Pelegrín, J.S., Gutiérrez-Santana, A. C., Giraldo-Marín, F. A., Gutiérrez-Gutiérrez, A., Pinzón-Camargo, L. C., ... y Mejía-Florez, N. R. (2025). Knowledge, Attitudes, and Perceptions of Colombians Towards Biodiversity Regarding COP16. *Sustainability*, 17(5), 1798.
- Betancur, E., y Cañón, J. E. (2016). La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*. 3(2), 1-15. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/323236>
- Bonino, M. F., Pueta, M., Perotti, M. G., y Úbeda, C. A. (2022). Sobre ranas y sapos. *Difundiendo saberes*. 19(34), 2-13. <http://hdl.handle.net/11336/202490>
- Borón, V., Payán, E., MacMillan, D., y Tzanopoulos, J. (2016). Achieving sustainable development in rural areas in Colombia: Future scenarios for biodiversity conservation under land use change. *Land Use Policy*. 59, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.017>
- Carmona, L. G., Cardenas, J., Navarreta, M., Cardenas, L., y Montenegro, P. (2015, March). Monitoring and conservation program for umbrella species: The northern screamer as a strategic element for floodplain

- biodiversity in the middle Magdalena region, Colombia. In SPE E y P Health, Safety, Security and Environmental Conference-Americas. OnePetro. <https://doi.org/10.2118/173551-MS>
- Castillo-Figueroa, D., Cely-Gómez, M. A., y Sáenz-Jiménez, F. (2019). Educación ambiental, actitudes y conocimiento de comunidades rurales sobre el Cóndor Andino en el páramo El Almorzadero (Santander, Colombia). *Revista Luna Azul*. (48), 70-89. <https://doi.org/10.17151/luaz.2019.48.4>
- Caveljer, J., Lizcano, D., Yerena, E., y Downer, C. (2011). The mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) and Andean bear (*Tremarctos ornatus*): Two charismatic, large mammals in South American tropical montane. *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*. 172, 172-181. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511778384.019>
- Costa, H. C., Storck-Tonon, D., dos Santos-Filho, M., da Silva, D. J., Campos-Silva, J. V., y Peres, C. A. (2023). Ranging ecology and resource selection of white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) in the world's largest tropical agricultural frontier. *Ecology and Evolution*, 13(10), e10624. <https://doi.org/10.1002/ece3.10624>
- Costa-Araújo, R., da Silva, L. G., de Melo, F. R., Rossi, R. V., Bottan, J. P., Silva, D. A., ... y Canale, G. R. (2022). Primate conservation in the Arc of Deforestation: a case study of Vieira's titi monkey *Plecturocebus vieirai*. *Oryx*. 56(6), 837-845.
- Ducarme, F., Luque, G. M. y Courchamp, F. (2013). What are “charismatic species” for conservation biologists. *BioSciences Master Reviews*. 10(2013), 1-8. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:96461149>
- Feilen, K. L., Guillen, R. R., Vega, J. y Savage, A. (2018). Developing successful conservation education programs as a means to engage local communities in protecting cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) in Colombia. *Journal for Nature Conservation*. 41(1), 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.10.003>

- Fontinelli, D. S., y Creado, E. S. J. (2020). From food to offspring: engagement between humans and sea turtles in two communities on the north coast of Espírito Santo. *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology*, 17(1), 1-17. <https://doi.org/10.1590/1809-43412020v17a351>
- García, L. E. (2022). Evaluación de la disponibilidad de árboles importantes para la fauna silvestre, con base en dos especies paraguas: *Cebus imitator* Y *Saimiri oerstedii oerstedii* (Primates, Cebidae) en un agroecosistema del distrito de Barú, Chiriquí, Panamá [Tesis de doctorado, Universidad de Panamá]. Repositorio Siidca csuca, Panamá, Chiriquí. http://up-rid.up.ac.pa/6698/1/liz_garcia.pdf
- Goldberg, N., Ferro-Azcona, H., Espinoza-Tenorio, A., Ortega-Argueta, A., Mesa-Jurado, M. A., y Barba-Macías, E. (2016). Sistemas nacionales de áreas protegidas en América Latina; los casos de Cuba, Uruguay y México. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*. 2(1), 63-84. <https://doi.org/10.18242/ANPScripta.2016.02.02.01.0005>
- González-Carman, V., Denuncio, P., Vassallo, M., Beron, M. P., Álvarez, K. C., y Rodríguez-Heredia, S. (2021). Charismatic species as indicators of plastic pollution in the Río de la Plata Estuarine Area, SW Atlantic. *Frontiers in Marine Science*. 8(1), 699100. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.699100>
- Guidino, C., Cortez-Casamayor, S., Campbell, E., Cajaleón, M., Peña-Cutimbo, N., Delgado, M. et al. (2023). Public knowledge and awareness of the conservation of the common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) along the central coast of Peru. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 33(4), 397-408. <https://doi.org/10.1002/aqc.3925>
- Huertas, B., Prieto, C., Montero, F., Adams, M., Crom, J. F. L. y Bollino, M. (2021). One Hundred Years of Solitude: rediscovery of *Catasticta lycurgus* (Godman amp; Salvin, 1880), a yellow butterfly from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia (Lepidoptera: Pieridae). *Zootaxa*. 4975(1), 176186. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4975.1.7>

- Jarić, I., Courchamp, F., Correia, R. A., Crowley, S. L., Essl, F., Fischer, A. et al. (2020). The role of species charisma in biological invasions. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 18(6), 345-353. <https://doi.org/10.1002/fEA.2195>
- Jimenez-Cortes, A., Boassi, S., y Cañon-Jones, H. (2023). Determination of Haematological Reference Values for Tucúquere (*Bubo magellanicus*) Habiting in Central Chile. *Animals*. 13(19), 3000. <https://doi.org/10.3390/ani13193000>
- Lecina-Diaz, J., Alvarez, A., De Cáceres, M., Herrando, S., Vayreda, J., y Retana, J. (2019). Are protected areas preserving ecosystem services and biodiversity? Insights from Mediterranean forests and shrublands. *Landscape Ecology*. 34, 2307-2321. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00887-8>
- Linero, D., Cuervo-Robayo, A. P., y Etter, A. (2020). Assessing the future conservation potential of the Amazon and Andes Protected Areas: Using the woolly monkey (*Lagothrix lagothricha*) as an umbrella species. *Journal for Nature Conservation*. 58, 125926. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125926>
- Lourenço-de-Moraes, R., Campos, F. S., Carnaval, A. C., Otani, M., França, F. G., Cabral, P., y Benedito, E. (2021). No more trouble: An economic strategy to protect taxonomic, functional and phylogenetic diversity of continental turtles. *Biological Conservation*. 261, 109241. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109241>
- Mann, M. B., Prichula, J., de Castro, Í. M. S., Severo, J. M., Abadie, M., De Freitas Lima, T. M., ... y Frazzon, A. P. G. (2021). The oral bacterial community in *Melanophryniscus admirabilis* (admirable red-belly toads): implications for conservation. *Microorganisms*, 9(2), 220. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020220>
- Mena, J. L., Yagui, H., Tejeda, V., Cabrera, J., Pacheco-Esquivel, J., Rivero, J., y Pastor, P. (2020). Abundance of jaguars and occupancy

- of medium-and large-sized vertebrates in a transboundary conservation landscape in the northwestern Amazon. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01079. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01079>
- Mendieta-Giraldo, L., Escobar-Lasso, S., Grajales-Suaza, E. y González-Maya, J. F. (2021). Not all gone: the rediscovery of Jaguar (Carnivora: Felidae: *Panthera onca*) and records of threatened monkeys (Primates: Mammalia) in the Magdalena River Valley of Caldas Department in Colombia, a call for their conservation. *Journal of Threatened Taxa*, 13(3), 17865-17874. <https://doi.org/10.11609/jot.6673.13.3.17865-17874>
- Montenegro-Muñoz, S. A., Delgado, F., Pantoja, Y. P., Calderon-Leyton, J. J. y Noguera-Urbano, E. A. (2019). Especies emblemáticas para la conservación de ecosistemas en el departamento de Nariño, Colombia. *Revista Ecosistemas*, 28(3), 174-184. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1750>
- Montenegro-Pazmiño, E., Delgado, B. y León, J. (2020). Educación ambiental en el proyecto de reintroducción del Guacamayo Verde Mayor (*Ara ambiguus*) en Ecuador. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. (28), 144-162. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4321>
- Moreno-Rubiano, M. C., Moreno-Rubiano, J. D., Robledo-Buitrago, D., De Luque-Villa, M. A., Urbina-Cardona, J. N. y Granda-Rodriguez, H. D. (2023). Perception and attitudes of local communities towards vertebrate fauna in the Andes of Colombia: Effects of gender and the urban/rural setting. *Ethnobiology and Conservation*. 17(1), 1-12. <https://doi.org/10.15451/ec2023-06-12.09-1-20>
- Nates, J. y Lindemann-Matthies, P. (2015). Public knowledge of, and attitudes to, frogs in Colombia. *Anthrozoös*. 28(2), 319-332. <https://doi.org/10.1080/08927936.2015.11435405>

- Nogueira, F., Amaral, M., Malcher, G., Reis, N., Melo, M. A., Sampaio, I. et al. (2020). The arapaima, an emblematic fishery resource: Genetic diversity and structure reveal the presence of an isolated population in Amapá. *Hydrobiologia*, 847(15), 3169-3183. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04292-0>
- Pelegrin, J. S., Gamboa, S., Menéndez, I., y Fernández, M. H. (2018). El gran intercambio biótico americano: una revisión paleoambiental de evidencias aportadas por mamíferos y aves neotropicales. *Ecosistemas*, 27(1), 5-17.
- Pelegrin, J. S.; Fletcher, C. E. G. y Quijano, S. A. (2023). Capítulo 9. La conservación y el estado de la biodiversidad desde el enfoque de la Agenda 2030 y el Acuerdo de París en Cali. In Muñoz, L. *Cambio climático y desarrollo sostenible en Colombia* (pp.289-313). Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/urosario9789585001978>.
- Pelegrín, JS (2024). La primera ave del terror de Colombia: un gigante que reescribe la paleoecología y paleobiogeografía del Mioceno de La Venta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48 (189), 963-966.
- Peter, M., Diekötter, T., y Kremer, K. (2019). Participant outcomes of biodiversity citizen science projects: A systematic literature review. *Sustainability*, 11(10), 2780. <https://doi.org/10.3390/su11102780>
- Plaza, P. I., y Lambertucci, S. A. (2020). Ecology and conservation of a rare species: What do we know and what may we do to preserve Andean condors? *Biological Conservation*. 2501(1), 108782. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108782>
- Pu, X., Ding, W., Ye, W., Nan, X. y Lu, R. (2023). Investigación de servicios ecosistémicos en áreas protegidas: una revisión sistemática de la literatura sobre prácticas actuales y perspectivas futuras. *Indicadores Ecológicos*, 154(1), 110817. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110817>

- Ramírez-Chaves, H. E., Arias-Monsalve, H. F., Cardona Galvis, E. A., Caicedo-Martínez, S., Cardona Giraldo, A., Henao-Osorio, J. J., y Rojas-Morales, J. A. (2023). Colección de Anfibios, Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Biota colombiana*, 24(1), e1077. <https://doi.org/10.21068/2539200x.1077>
- Ruiz-García, M., Arias Vásquez, J. Y., Restrepo, H., Cáceres-Martínez, C. H., y Shostell, J. M. (2020a). The genetic structure of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*; Ursidae, Carnivora) in Colombia by means of mitochondrial and microsatellite markers. *Journal of Mammalogy*, 101(4), 1072-1090. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa0824>
- Ruiz-García, M., Castellanos, A., Arias-Vásquez, J. Y., y Shostell, J. M. (2020b). Genetics of the Andean bear (*Tremarctos ornatus*; Ursidae, Carnivora) in Ecuador: when the Andean Cordilleras are not an Obstacle. *Mitochondrial DNA Part A*, 31(5), 190-208. <https://doi.org/10.1080/24701394.2020.1769088>
- Sánchez-Bayo, F., y Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- Sanz-Pérez, D., Montalvo, C. I., Mehl, A. E., Tomassini, R. L., Fernández, M. H., & Domingo, L. (2024). Paleoenvironment and paleoecology associated with the early phases of the Great American Biotic Interchange based on stable isotope analysis of fossil mammals and new U–Pb ages from the Pampas of Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 634, 111917.
- Sattler, T., Pezzatti, G. B., Nobis, M. P., Obrist, M. K., Roth, T., y Moretti, M. (2014). Selection of multiple umbrella species for functional and taxonomic diversity to represent urban biodiversity. *Conservation biology*, 28(2), 414-426. <https://doi.org/10.1111/cobi.12213>
- Tietze, E., Bellusci, A., Cañal, V., Cringoli, G., y Beltrame, M. O. (2023). Gastrointestinal parasite assemblages from the wild

rodent capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) inhabiting a natural protected area from Argentina. *Journal of Helminthology*. 97(1), e97. <https://doi.org/10.1017/S0022149X23000767>

Tubelis, D. P., y Vieira, I. K. D. C. (2023). Breeding biology of the Maguari Stork *Ciconia maguari* (Aves, Ciconiidae) in the Pampa, and an outline in other Brazilian biomes. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 63(1), e202363007. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2023.63.007>

Uribe-Rivera, D., Vera-Burgos, C., Paicho, M., y Espinoza, G. (2017). Observatorio ecosocial para el seguimiento del cambio climático en ecosistemas de altura en la región de Tarapacá: Propuestas, avances y proyecciones. *Diálogo andino*. 1(54), 63-82. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812017000300063>

Vergara-Tabares, D. L., Cordier, J. M., Landi, M. A., Olah, G., y Nori, J. (2020). Global trends of habitat destruction and consequences for parrot conservation. *Global Change Biology*, 26(8), 4251-4262. <https://doi.org/10.1111/gcb.15135>

Vicente, E. C., y Guedes, N. M. (2021). Organophosphate poisoning of Hyacinth Macaws in the Southern Pantanal, Brazil. *Scientific Reports*, 11(1), 5602. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84228-3>

Vidal, O., Rosenfeld, G., Santin, J., Latorre, J., Muñoz-Arriagada, R., y Fernández, A. (2023). Flora de la Reserva Natural Pingüino Rey (Tierra del Fuego, Chile): criterios y narrativas para la selección de plantas carismáticas. *Gayana. Botánica*, 80(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432023000100001>

Zambrano-Monserrate, M. A. (2020). The economic value of the Andean Condor: The national symbol of South America. *Journal for Nature Conservation*. 54, 125796. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125796>



Acerca de los Editores Científicos

About the Scientific Editors

Silvia Andrea Quijano Pérez

Editora científica y autora

✉ silvia.quijano00@usc.edu.co

© 0000-0002-6371-3038

Bióloga de la Universidad de Antioquia y Doctora en Ciencias, mención Sistemática y Ecología de la Universidad Austral de Chile. Profesora Titular de Tiempo completo en la Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Santiago de Cali. Ha participado en proyectos de investigación relacionados con ecología de poblaciones y comunidades, con interés especial en biodiversidad, específicamente en uso y selección del hábitat. Otros de sus intereses investigativos son la salud ambiental y en el fortalecimiento del sistema de gestión ambiental relacionada con residuos sólidos, huella hídrica, y educación ambiental. Investigadora Asociada (MinCiencias, 2024). Actualmente miembro del grupo de Investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad (ECOBIO).

Jonathan Pelegrín Ramírez

Editor científico y autor

✉ jonathan.pelegrin00@usc.edu.co

© 0000-0001-5954-5476

Biólogo Zoólogo de la Universidad del Valle, Magíster en Biología Evolutiva y Doctor en Ciencias Geológicas con énfasis en Paleobiología de la Universidad Complutense de Madrid (España). Profesor Titular de tiempo completo de la Facultad de Educación de la Universidad Santiago de Cali. Sus intereses de investigación están relacionados con la ecología evolutiva, la macroevolución y la paleoecología desde el enfoque de la biodiversidad animal y

la educación. Actualmente es el líder del Grupo de Investigación Ecología y Conservación de la Biodiversidad (ECOBIO) y su Semillero en Paleobiología, Ecología y Evolución (PaleoEco). Investigador Sénior (MinCiencias, 2024). Investigador asociado del Equipo de Investigación en Paleoclimatología, Macroecología y Macroevolución de Vertebrados (PMMV) de la Unidad Docente de Paleontología y el Instituto de Geociencias (Universidad Complutense de Madrid, España).



Acerca de los Autores

About the Authors

Carlos Guevara-Fletcher

✉ cefletcher8@hotmail.com

© 0000-0003-3955-8231

Biólogo con énfasis en Biología Marina, Universidad del Valle. Magíster y Doctor en Biodiversidad, Funcionamiento y Gestión de Ecosistemas, Universidad del País Vasco (España). Ha laborado en temas de pesca, acuicultura, educación e impacto ambientales en instituciones públicas y privadas a nivel nacional e internacional. Director y docente de la Maestría en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Cali. Miembro del Grupo de Investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad (ECOBIO). Investigador Asociado (MinCiencias, 2024). Consultor e investigador asociado a WWF Colombia e Incimar (Univalle).

Dora Elizabeth Cerón

✉ chavita-21@hotmail.com

© 0009-0006-0079-130X

Geógrafa, Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Cali. Ha laborado en el sector público y privado en municipios del Cauca, Valle y Nariño desempeñándose como docente, asesora y consultora en temas de ordenamiento territorial, gestión del riesgo de desastres y planes de manejo ambiental, así como proyectos de desarrollo comunitario con diversas comunidades, grupos étnicos y entidades por más de 12 años.

Ángela Mercedes León Forero

✉ angela.leon00@usc.edu.co

© 0000-0002-2715-0725

Ingeniera Forestal de la Universidad del Cauca. Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Cali. Sus intereses de investigación están asociados con las herramientas de educación ambiental en el trabajo con comunidades.

María Eufemia Freire Tigreros

✉ maria.freire00@usc.edu.co

© 0000-0002-5327-9127

Licenciada en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali. Magíster en Educación del Tecnológico de Monterrey-México en convenio con la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO con doble titulación. Especialista en Educación Ambiental y Doctora en Investigación, en Humanidades, Artes y Educación de la Universidad Castilla - La Mancha, Toledo (España). Docente de tiempo completo de la Facultad de Educación, Universidad Santiago de Cali. Miembro del grupo de investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad (ECOBIO). Actual coordinadora del Semillero de Investigación PAECN (Pedagogía Articulada para la Enseñanza de las Ciencias Naturales). Investigadora Junior (MinCiencias, 2024) y Presidenta del Capítulo Valle de la ACCB (Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas). Ha sido pasante de Investigación en la Universidad de Sao Paulo (Brasil, 2017), Universidad Autónoma de Nuevo León (México, 2019) y el Instituto de Investigaciones /INIE de la Universidad de Costa Rica (Costa Rica, 2021).

José Armando Ruco Suarez

✉ josears1975@gmail.com

© 0009-0001-2917-1036

Licenciado en Ciencias Naturales, Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Cali (USC), docente de aula de la Secretaría de Educación del Distrito de Santiago de Cali. Sus intereses de investigación están relacionados con la didáctica de las Ciencias Naturales y la creación de estrategias de sensibilización ambientales de los estudiantes de educación básica y media de las instituciones oficiales.

Katherine Sinisterra Ibargüen

✉ Katherine.sinisterra00@usc.edu.co

© 0009-0009-0102-7188

Socióloga de la Universidad del Pacífico, Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Cali (USC), docente de aula de la Secretaría de Educación del Distrito Santiago de Cali. Sus intereses investigativos se centran en la pedagogía y didáctica de la educación ambiental y social en instituciones educativas en los niveles de media y básica primaria.

Iván Mauricio Bermudez Vera

✉ mauricio.bermudez@correounivalle.edu.co

© 0000-0002-6590-4938

Estadístico con Maestría en Ingeniería Industrial y actualmente candidato a Doctor en Ingeniería por la Universidad del Valle. Posee amplia experiencia en docencia universitaria, consultoría estadística e investigación. Sus principales áreas de investigación se centran en la modelación estadística, ambiental y gestión del riesgo de crédito.

Carlos Alberto López Guzmán

✉ carlos.lopez05@usc.edu.co

© 0000-0002-5207-0700

Profesional en Salud Ocupacional, Tecnólogo en Atención Prehospitalaria, Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Bombero voluntario, entrenador de trabajo seguro en alturas, instructor de rescate vertical industrial, guía de alta montaña. Open wáter scuba instructor PADI, instructor de buceo CMAS - FEDECAS /Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas. Instructor de rescate acuático, instructor de búsqueda y rescate subacuático. Instructor emergency first response; CPR / AED / FIRST AID – IN- FANT/CHILD/ADULT. Instructor PHTLS – NAEMT. Asesor por 15 años de empresas en trabajos de alto riesgo concerniente a la seguridad y la salud de los trabajadores. Instructor de brigadas de emergencia industrial. Actualmente docente en la Universidad Santiago de Cali con el programa de Atención Prehospitalaria, medicina y la Especialización en Gerencia de la SST.

Victor Alfonso Cerón Hernández

✉ Victor.ceron00@usc.edu.co

© 0000-0003-1717-0332

Biólogo y Magíster en Ingeniería con énfasis en Sanitaria y Ambiental de la Universidad del Valle y Doctor en Ciencias Ambientales (Universidad del Cauca). Con experiencia en biología aplicada, gestión de proyectos nacionales e internacionales para el fortalecimiento de capacidades en I+D+i, gestión ambiental, ingeniería, ecología, bioquímica y ciencias ambientales. Investigador junior (MinCiencias, 2024). Experiencia en manejo de programas de MGA, SIG, estadística, TICs, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), entornos virtuales de aprendizaje, Cloudlabs y procesamiento de bases de datos. Dominio avanzado del inglés y parcialmente del portugués.

Einer Alfredo Villegas

✉ eineal@hotmail.com

☎ 0000-0001-6116-5245

Químico, Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Universidad Santiago de Cali. Sus intereses de investigación están asociados con la gestión ambiental territorial y la aplicación de herramientas para el monitoreo de condiciones ambientales en los cuerpos de agua.

Francisco Javier Bedoya Rodríguez

✉ francisco.bedoya00@usc.edu.co

☎ 0000-0002-6938-903X

Bioingeniero, Magister en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible y Doctor en Educación por la Universidad Santiago de Cali. Actualmente Profesor de Ingeniería de la Fundación Universitaria de Popayán. Sus intereses de investigación se enmarcan en la educación ambiental aplicada a la salud ambiental, el control de vectores y al balance de los ecosistemas. Actualmente es miembro del Grupo de Investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad (ECOBIO).



Pares Evaluadores

Peer Evaluators

Wilson Noe Garces Aguilar

Investigador Junior (IJ)

Escuela Nacional Del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-0146-2894>

Jhon Jairo Angarita Ossa

Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-9702-9808>

Marco Alexis Salcedo Serna

Investigador Asociado (I)

Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0003-0444-703X>

Sandra Paola Mondragon Bohorquez

Universidad de San Buenaventura. Seccional Cartagena, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-3026-9946>

Olver Quijano Valencia

Investigador Asociado (I)

Universidad del Cauca. Popayán, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-1604-3465>

Pedro Antonio Calero Saa

Investigador Asociado (I)

Escuela Nacional Del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-9978-7944>



Distribución y Comercialización

Distribution and Marketing

Universidad Santiago de Cali
Publicaciones / Editorial USC

Bloque 7 - Piso 5

Calle 5 No. 62 - 00

Tel: (57+) (2+) 518 3000

Ext. 323 - 324 - 414

✉ editor@usc.edu.co

✉ publica@usc.edu.co

Cali, Valle del Cauca
Colombia

Diseño y Diagramación

Design and layout by

Juan Diego Tovar Cardenas

Universidad Santiago de Cali

✉ librosusc@usc.edu.co

Tel. 5183000 - Ext. 322

Cel. 301 439 7925

Este libro fue diagramado utilizando
fuentes tipográficas Literata en el contenido
del texto y Open Sans para los títulos.

Impreso en el mes de noviembre.
Se imprimieron 50 ejemplares en los
Talleres de la Editorial Díké.

Bogotá-Colombia
Tel: (57+) 314 418 4257
2025

Fue publicado por la Facultad de Ciencias Básicas y
la Facultad de Educación de la Universidad Santiago de Cali.

En Colombia como país megadiverso, enfrentar y conocer los desafíos y problemáticas que afectan a los diversos ecosistemas es fundamental en la búsqueda de acciones que permitan mitigar dichas dificultades. Asimismo, la investigación en ciencias ambientales ha trascendido la dimensión biológica y ecológica, adquiriendo una mirada transdisciplinar comprendiendo el papel clave de las comunidades y el enfoque socioambiental. En este sentido, este libro presenta una compilación de investigaciones abordadas desde Colombia. Entre estos, la identificación de conflictos socioambientales en dos cuencas hidrográficas del Cauca, las problemáticas ambientales que afectan la calidad del agua en el embalse Calima, explorando estrategias de mitigación para los impactos negativos. Considerando la dimensión educativa ambiental, se exponen experiencias de sensibilización sobre el uso del recurso hídrico en una institución educativa rural y el estudio de la implementación de estrategias educativas comunitarias en el municipio de Jamundí. Igualmente, se realiza un análisis documental de la educación ambiental para conservación de la biodiversidad desde la perspectiva de las especies bandera empleadas como objetos de conservación y su impacto en la construcción de conocimiento y conciencia ambiental. Finalmente, invitar a leer este libro es clave para aquellas personas interesadas en conocer modelos de investigación socioambiental en el contexto colombiano, la generación de nuevo conocimiento, no solo debe ser un proceso que contribuya al crecimiento del mismo, sino también a la mejora de la calidad de vida de las comunidades y sus ecosistemas.

VIGILADA
MINISTERIO DE
EDUCACIÓN



EDITORIAL

ISBN: 978-628-7770-77-5

