

Valores y principios bioéticos que identifican las comunidades en los servicios ecosistémicos que prestan los ríos y quebradas

Arturo Liévano-León[✉] y Luis Álvaro Cadena-Monroy^{ORCID}
Departamento de Bioética, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia

Resumen

Propósito/Contexto. Este artículo tiene como propósito analizar los valores y principios bioéticos que identifican las comunidades sobre los servicios ecosistémicos que prestan los ríos y quebradas en los municipios de la cuenca del Río Apulo, en el Departamento de Cundinamarca, Colombia. Se trabaja alrededor de la idea de la coexistencia armoniosa de los seres humanos y los ríos, como fundamento para lograr un uso sostenible de los servicios que nos prestan estos ecosistemas.

Metodología/Enfoque. Metodológicamente consta de dos partes: en la primera se trabajó desde el paradigma positivista, a través de metodologías cuantitativas de campo y de laboratorio; en la segunda parte se trabajó desde el paradigma interpretativo, a través de talleres de cartografía social.

Resultados. Por el análisis de los datos cuantitativos, se encontró que las aguas de los ríos de la cuenca estaban contaminadas en todas las estaciones de muestreo, principalmente, con materia fecal. La identificación de los valores de los servicios ecosistémicos que prestan estos ríos y quebradas mostraron una fuerte influencia de la concepción productivista, localista y antropocéntrica.

Discusión/Conclusiones/Contribuciones. Debido a que la contaminación afecta al ambiente, tanto presente como futuro, es necesario acudir a los principios de precaución, de responsabilidad y de justicia.

Palabras clave: principios y valores bioéticos, ciencias ambientales, calidad del agua, ética ambiental, cuenca del río Apulo, Cundinamarca, Colombia.

✉ Autor de correspondencia

Arturo Liévano, Departamento de Bioética, Universidad El Bosque, Carrera 7d Bis No. 129-47, Bogotá D.C., Colombia. Correo-e: lievanoarturo@unbosque.edu.co

📅 Historia del artículo

Recibido: 29 de octubre, 2019
Evaluado: 22 de febrero, 2020
Aprobado: 30 de marzo, 2020
Publicado: 19 de mayo, 2020

📖 Cómo citar este artículo

Liévano-León, Arturo, y Luis Álvaro Cadena-Monroy. 2020. "Valores y principios bioéticos que identifican las comunidades en los servicios ecosistémicos que prestan los ríos y quebradas." *Revista Colombiana de Bioética* 15, no. 1: e2745. <https://doi.org/10.18270/rcb.v15i1.2745>

Values and bioethical principles identified by communities in ecosystem services provided by rivers and streams

Abstract

Purpose/Context. This article intends to analyze the bioethical values and principles communities identify in ecosystem services provided by rivers and streams to municipalities in the Apulo River basin, in the Department of Cundinamarca, Colombia. It builds on the idea of harmonious coexistence between human beings and rivers for achieving the sustainable use of such services.

Method/Approach. The project has two parts. The first one is based on the positivist paradigm of research through field and laboratory quantitative methods. The second part employs the interpretive paradigm of research through social mapping workshops.

Results/Findings. In analyzing the quantitative data, it was found that the river basin waters are polluted at all sample sites, especially by feces. The identification of the values of ecosystem services provided by rivers and streams was strongly influenced by a productivist, localist, and anthropocentric conception.

Discussion/Conclusions/Contributions. Since pollution affects the environment, both now and in the future, it is necessary to adhere to the principles of precaution, responsibility, and justice.

Keywords: Bioethical principles and values; environmental sciences; water quality; environmental ethics; Apulo River basin; Cundinamarca; Colombia.

Valores e princípios da bioética que identificam as comunidades nos serviços de ecossistema fornecidos pelos rios e ribeiros

Resumo

Objetivo / Contexto. O presente artigo tem como objetivo analisar os valores e princípios bioéticos identificados pelas comunidades sobre os serviços ecossistêmicos que fornecem rios e córregos nos municípios da bacia do rio Apulo, no Estado de Cundinamarca, Colômbia. Trabalha-se ao redor da ideia da coexistência harmoniosa dos seres humanos e rios, como base para alcançar um uso sustentável dos serviços prestados por esses ecossistemas.

Metodologia / Abordagem. Metodologicamente, o projeto consiste em duas partes: na primeira, o trabalho foi realizado a partir do paradigma positivista da pesquisa, por meio de metodologias quantitativas de campo e laboratório; na segunda parte, o trabalho foi realizado a partir do paradigma interpretativo da pesquisa, através de oficinas sobre mapeamento social.

Resultados / Descobertas. Para a análise dos dados quantitativos, verificou-se que as águas dos rios da bacia estavam contaminadas em todos os pontos de amostragem, principalmente com matéria fecal. A identificação dos valores dos serviços ecossistêmicos que apresentam estes rios e córregos mostraram uma forte influência da concepção produtivista, localista e antropocêntrica.

Discussão / Conclusões / Contribuições. Como a poluição afeta o meio ambiente, no presente e no futuro, é necessário nos aderir aos princípios de precaução, de responsabilidade e de justiça.

Palavras-chave: Princípios e valores bioéticos, ciências ambientais, qualidade da água, ética ambiental, bacia do rio Apulo, Cundinamarca, Colômbia.

Introducción

Este artículo se ocupa de la idea de la coexistencia armoniosa de los seres humanos y los ríos, como fundamento para lograr un uso sostenible de los servicios que nos prestan estos importantes ecosistemas. Sobre esta base se plantean dos principios fundamentales, como son: primero, compartir los beneficios de los servicios de los ecosistemas de manera justa y equitativa y segundo, utilizar los servicios de los ecosistemas de manera sostenible.

Los servicios que nos prestan los ecosistemas de los ríos se agrupan en cuatro categorías importantes, que incluyen lo siguiente: servicios de soporte como el reciclaje del agua y los nutrientes, así como el mantenimiento de la biodiversidad; servicios de aprovisionamiento que proporcionan los recursos hídricos necesarios para la vida, la agricultura, la pesca y el uso industrial; servicios de regulación como el control de inundaciones y funciones de purificación natural del agua; y servicios culturales que incluyen las creencias religiosas, el arte, la memoria histórica étnica, la cultura alimentaria, los hábitats para aves silvestres, los deportes acuáticos y la pesca (Groom, Meffe y Carroll 2006).

La utilización de los servicios de los ecosistemas de forma sostenible implica que debemos esforzarnos por garantizar la salud de los ríos y de otros sistemas acuáticos. Tales servicios comprenden varias formas de capital, incluido el capital natural y el capital humano, que están orgánicamente interconectados y que cambian de acuerdo con las necesidades y circunstancias de los tiempos. También, los servicios de los ecosistemas derivados de los ríos, incluida la historia y la cultura local, son activos únicos de estas regiones y debemos sentirnos orgullosos de ellos y esforzarnos por mantenerlos y desarrollarlos; el uso equilibrado de los servicios de estos ecosistemas garantizará que las próximas generaciones también puedan disfrutarlos, de una manera justa y equitativa (Groom, Meffe y Carroll 2006).

En este artículo se presentan los resultados del proyecto “Valores y principios bioéticos que identifican las comunidades sobre los servicios ecosistémicos que prestan los ríos y quebradas de la cuenca del río Apulo en el departamento de Cundinamarca”. Este proyecto tuvo tres fases: una primera de métodos empíricos en donde se hicieron mediciones de factores físico-químicos, biológicos y bacteriológicos en la cuenca del río Apulo; una segunda fase interpretativa-cualitativa en la que se efectuaron talleres de cartografía social con las personas relacionadas con la cuenca y con la comunidad; una tercera fase en la que se discutieron los resultados desde el punto de vista de algunos principios bioéticos, como lo son el principio de justicia de Rawls, el principio de precaución de Wingspread y el principio de responsabilidad de Hans Jonas. El enfoque de esta investigación es transdisciplinar. Por esto, y a continuación, miraremos aspectos puntuales importantes de la investigación transdisciplinar.

Nicolescu, en el manifiesto de la transdisciplinariedad (1996), dice que “el avance pluridisciplinario desborda las disciplinas, pero *su finalidad permanece inscrita en el marco de la investigación disciplinaria*” (35). El ejemplo del impulso nervioso es el del enfoque pluridisciplinario: las tres ciencias conservan sus métodos y continúan produciendo nuevo conocimiento disciplinar.

La interdisciplinariedad, por su parte, tiene una ambición diferente a la de la pluridisciplinariedad; le concierne la transferencia de métodos de una disciplina a otra (35). Pueden distinguirse tres grados de interdisciplinariedad: a) un grado de aplicación; por ejemplo, los métodos de la física nuclear transferidos a la medicina conducen a la aparición de nuevos tratamientos del cáncer; b) un grado epistemológico; por ejemplo, la transferencia de los métodos de la lógica formal en el campo del derecho genera análisis interesantes en la epistemología del derecho; c) un grado de engendramiento de nuevas disciplinas; por ejemplo, la transferencia de métodos de las matemáticas al campo de la

física ha engendrado la física matemática. Como la pluridisciplinariedad, la interdisciplinariedad desborda las disciplinas, pero *su finalidad permanece también inscrita en la investigación disciplinaria* (35):

Sin embargo, por medio de la transgresión disciplinaria de paradigmas y superando los problemas prácticos de actores singulares, la investigación transdisciplinaria es desafiada por los siguientes requerimientos: el entendimiento de la complejidad de los problemas, tener en cuenta la diversidad de los puntos de vista sociales y científicos de los problemas. La investigación transdisciplinaria se relaciona con tres tipos de conocimiento: conocimiento de sistemas, conocimiento objetivo y conocimiento de transformación, y el reflejo de las mutuas dependencias en el proceso investigativo (Hirsch Hadorn et al. 2008, 19).

Algunos conciben lo transdisciplinario, entre ellos Nicolescu, como una unidad teórica de todo nuestro conocimiento, para responder adecuadamente a las soluciones que demanda el conocimiento de los problemas en el mundo viviente. Otro autor dice que el trabajo transdisciplinario ocurre cuando personas de diferentes disciplinas, trabajan con practicantes para resolver problemas del mundo real (p. 29).

Hay cuatro aspectos importantes en la investigación transdisciplinaria: primero, tener en cuenta los problemas del mundo de la vida; segundo, ir más allá de la integración de los paradigmas disciplinarios; tercero, hacer investigación participativa; y cuarto, buscar la unidad del conocimiento más allá de las disciplinas. La idea central es la de resolver problemas del mundo de la vida (p. 29).

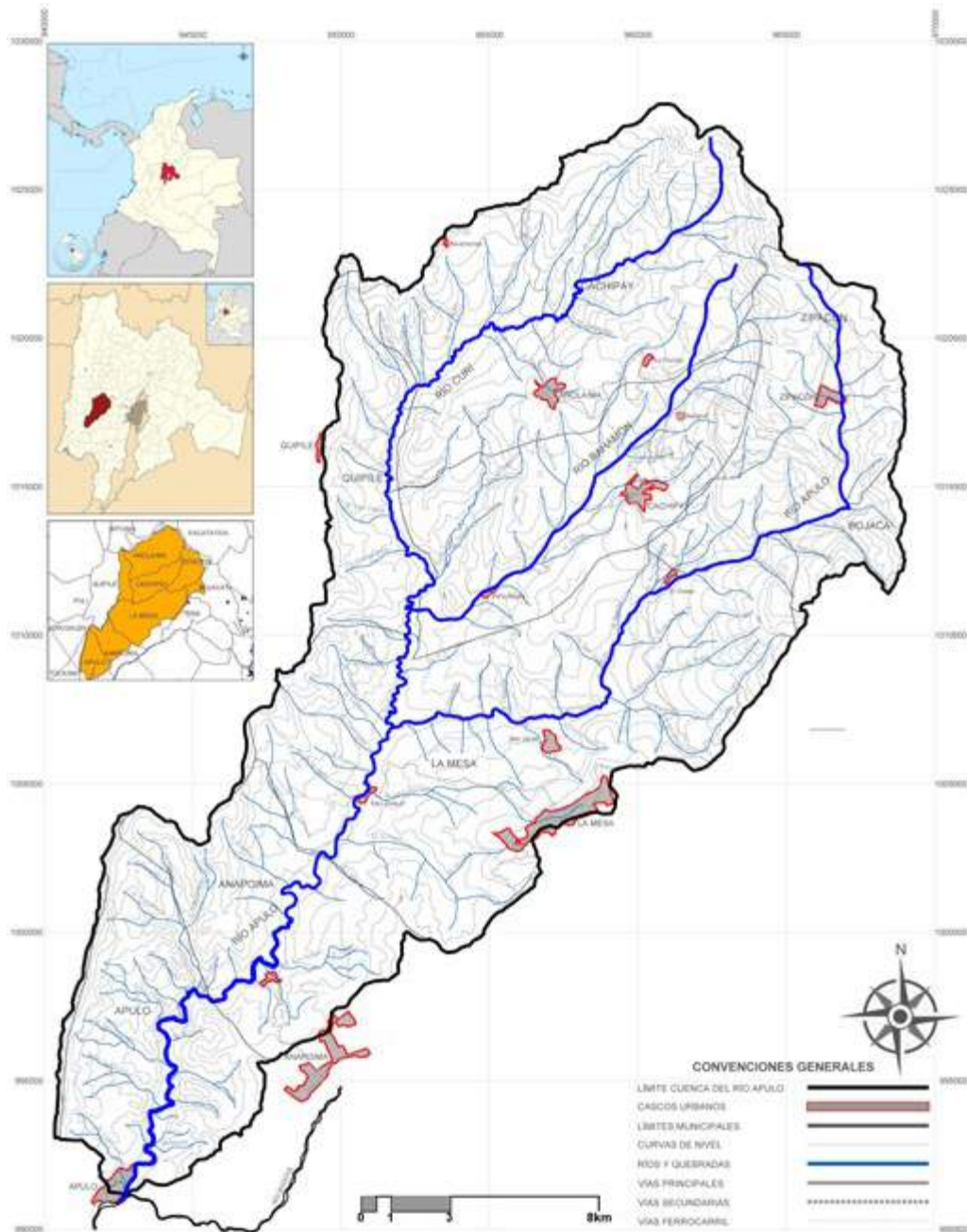
La investigación transdisciplinaria se necesita allí en donde el campo de problemas de la sociedad es incierto y donde la naturaleza concreta de los problemas está en disputa. El reto para los investigadores es asir la complejidad relevante de los problemas, teniendo en cuenta la diversidad del mundo viviente y las percepciones científicas de los problemas para enlazar lo abstracto y lo específico del conocimiento, y desarrollar conocimientos y prácticas que promuevan lo que es percibido como un bien común (p. 37).

Otros autores, sugieren que ellos derivan los siguientes principios para la investigación transdisciplinaria en los complejos problemas humanos y ambientales: primero, que la investigación transdisciplinaria es el tratamiento de los problemas del mundo real. Segundo, la integración del conocimiento de diferentes autores es crucial para el éxito de la investigación transdisciplinaria (Hirsch Hadorn et al. 2008, 226).

Otros autores sostienen que la investigación transdisciplinaria transgrede tanto las fronteras entre las disciplinas como la frontera entre la investigación académica y la práctica. También es difícil identificar reglas instrumentales para soportar el manejo de la colaboración interdisciplinaria y la investigación transdisciplinaria (Hollaender, Loibl y Wilts 2008, 385- 387). Lo transdisciplinario excede a lo disciplinar, de ahí su prefijo “trans” (Nicolescu). Lo transdisciplinario va más allá de las disciplinas que abordan un problema complejo.

Cuando hay problemas complejos que no ceden a las constantes y diversas incursiones disciplinares, y cuando lo que se busca es la solución de este problema que excede lo disciplinar, es hora de dar paso a un trabajo transdisciplinario que no busca poner de acuerdo a los investigadores en los principios fundamentales de sus disciplinas u oficios, sino encontrar soluciones prácticas a problemas del mundo real. Y esto comienza a sonar muy familiar para las personas que hemos tenido relación con la bioética. La bioética puede considerarse una transdisciplina que estudia, aclara y trata de resolver problemas éticos que nacen en las comunidades desde las tecnologías y biotecnologías en el ámbito tecnocientífico.

Figura 1. Cuenca hidrográfica del río Apulo. Mapa básico



Descripción del área de estudio: la cuenca del río Apulo

La cuenca del río Apulo es una subcuenca de la cuenca del río Bogotá. La cuenca del río Bogotá tiene 589.143 hectáreas, mientras que la subcuenca del río Apulo tiene 48.505 hectáreas (Liévano-León 2013, 62). En adelante, hablaremos de cuenca del río Apulo (figura 1).

La cuenca del río Apulo tiene un relieve de "...fuertemente ondulado a fuertemente quebrado". Las pendientes oscilan entre el 12 y el 50 %. Esta cuenca es de gran precipitación, sobre todo en el municipio de Zipacón. La temperatura puede ir de los 6 a los 30°C o más (Liévano-León 2013, 62).

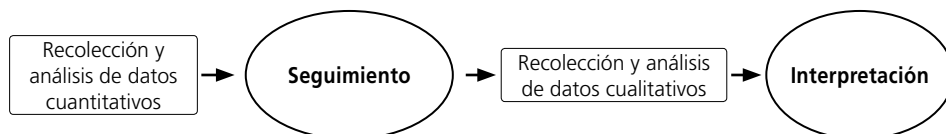
La geología de la cuenca del río Apulo "...se caracteriza por la sucesión de bloques separados por fallas inversas de orientación norte a noroeste, es decir, un relieve escalonado con abundancia de escarpes y una litología en la que abundan rocas areniscas en la parte superior y, hacia abajo, rocas de baja resistencia como son las lodolitas del Grupo Villeta" (Liévano-León 2013, 63). Los suelos de esta cuenca van "...desde planos hasta muy escarpados y en condiciones climáticas igualmente variables. Son ligera a moderadamente ácidos, con moderados a altos contenidos de carbono orgánico y moderados contenidos de fósforo, potasio y nitrógeno, lo que los clasifica como moderadamente fértiles, con dominancia del tipo inseptisol (Liévano-León 2013, 63).

Con relación a sus características hidrológicas, la cuenca del río Apulo drena tres principales corrientes de agua, que a su vez conforman las tres microcuencas de la cuenca del río Apulo. Estas son el río Apulo, el río Curí y el río Bahamon (figura 1).

La cuenca del río Apulo se encuentra en su mayor parte dentro de la provincia del Tequendama, en la zona sur occidental del departamento de Cundinamarca, y está compartida por nueve municipios de ese departamento: Anolaima, Anapoima, Apulo, Bojacá, Cachipay, La Mesa, Quipile, Tena y Zipacón. Los centros urbanos que se encuentran en la cuenca corresponden a las cabeceras municipales de los municipios mencionados, con excepción de los municipios de Bojacá y Tena, que comparten solo pequeñas áreas de la cuenca en su zona nororiental, colindantes con los municipios de Zipacón y La Mesa. Otras localidades o inspecciones municipales son La Florida, en el municipio de Anolaima, San Antonio de Anapoima, en el municipio de Anapoima, Nazaret y Peña Negra, en el municipio de Cachipay, La Esperanza, San Javier y San Joaquín, en el municipio de La Mesa, Reventones, en el municipio de Quipile y, El Ocaso, en el municipio de Zipacón.

Metodología

Este estudio se realizó en el marco del método mixto explicativo secuencial (Creswell 2014, 220), como se aprecia en el siguiente diagrama:



Metodológicamente el proyecto consta de dos partes: en la primera parte se trabajó desde el paradigma positivista de la investigación, a través de metodologías cuantitativas de campo y de laboratorio, con el fin de realizar un diagnóstico del estado de la calidad de las aguas de los ríos que conforman la cuenca hidrográfica del río Apulo; con estos datos

se construyó el problema de investigación. Tanto la toma de muestras como los análisis de laboratorio se hicieron de acuerdo con los estándares internacionales definidos para estos procesos (Baird, Eaton y Rice 2017).

En la segunda parte se trabajó desde el paradigma interpretativo de la investigación, a través de la definición de grupos focales conformados por personas relacionadas con los temas del agua en la región y vinculadas a las alcaldías municipales, acueductos ve- redales, juntas comunales y ONG. Se realizaron dos talleres de cartografía social en los que se les pidió dibujar, en un mapa de la cuenca del río Apulo, las actividades que se desarrollan en los diferentes municipios (usos del suelo), así como identificar y clasificar el estado de los servicios ecosistémicos en dicha región.

Recolección de datos cuantitativos

Estaciones de muestreo

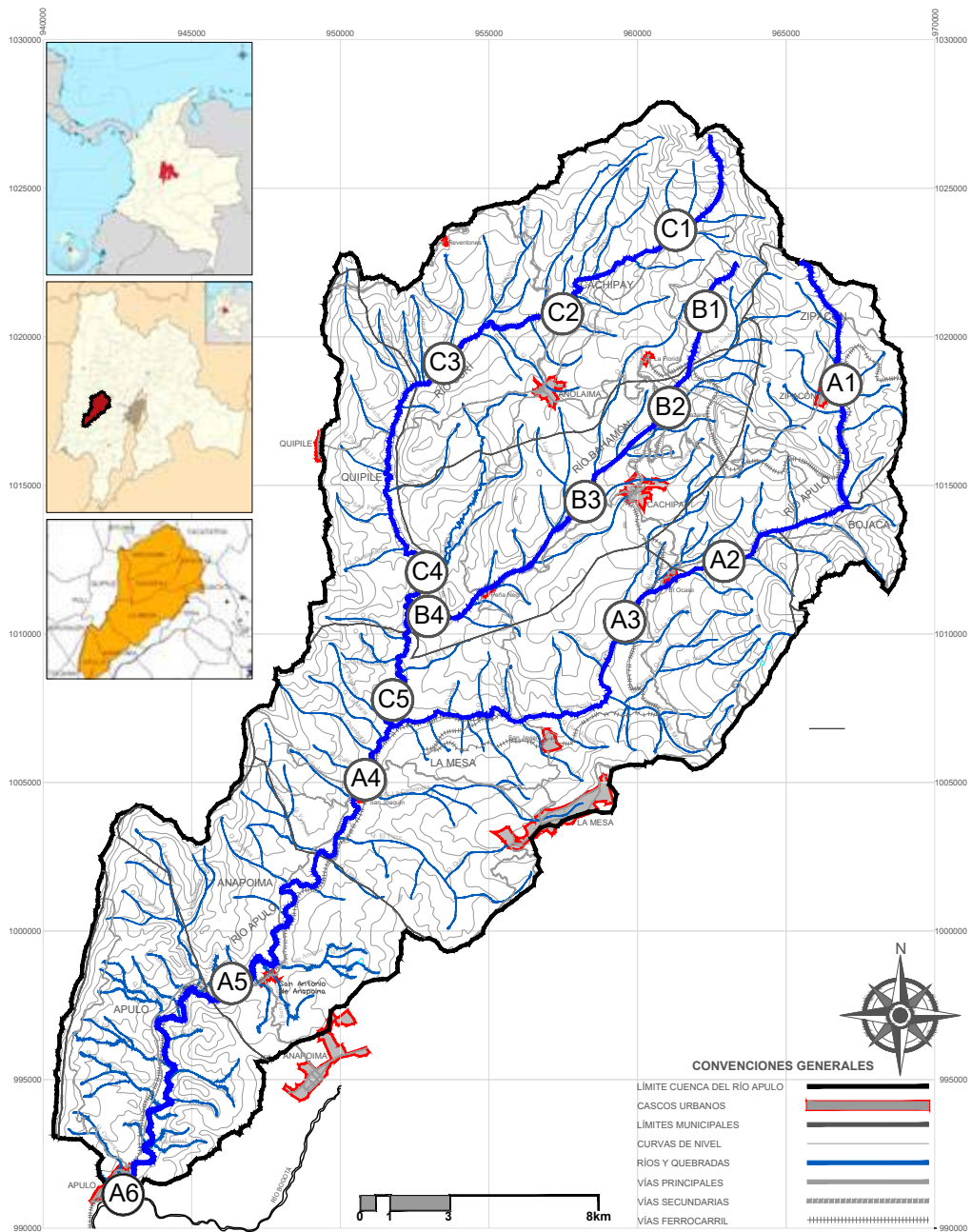
Se determinaron 15 estaciones de muestreo, de acuerdo con criterios sobre la localización de las poblaciones, número de subcuencas y actividades agrícolas y pecuarias, de manera que abarcaran toda la cuenca del río Apulo, desde sus cabeceras hasta su desembocadura en el río Bogotá (ver tabla 1 y figura 2).

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo

Río	Estación de muestreo	A.S.N.M.
Río Apulo	A1. Cabecera río Apulo	2.550
	A2. Vía El Ocaso, Bojacá	1.505
	A3. Después de La Esperanza	1.024
	A4. San Joaquín	633
	A5. Después de San Antonio de Anapoima	532
	A6. Desembocadura en el río Bogotá	432
Río Bahamón	B1. Cabecera río Bahamón	2.265
	B2. Después de la Florida	1.846
	B3. Después de Cachipay	1.517
	B4. Desembocadura en el río Curí	856
Río Curí	C1. Cabecera río Curí	2054
	C2. Antes de Anolaima	1.466
	C3. Parte media	1.128
	C4. Después de la quebrada Doña Juana	833
	C5. Desembocadura en el río Apulo	703

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Cuenca hidrográfica del río Apulo. Estaciones de muestreo



Muestras de campo

Se realizaron dos campañas de muestreo, una en época de lluvias (aguas altas, octubre de 2016) y otra en época seca (aguas bajas, septiembre de 2017), para cubrir un ciclo hidrológico completo. Es importante anotar que, debido al llamado fenómeno de la niña, el período seco característico de fin de año en el 2016 no se presentó, por lo que tuvimos que aplazar estos muestreos para el período seco de 2017. En lo referente a los muestreos en campo y los análisis de laboratorio, estos se realizaron de acuerdo con las metodologías estandarizadas internacionalmente (Baird, Eaton, y Rice 2017). Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Ambiental Daphnia Ltda., que cuenta con la acreditación del IDEAM para todos los procesos de los parámetros analizados. Igualmente, se llevó de manera rigurosa, junto con el equipo de campo y de laboratorio, la cadena de custodia de las muestras, con el fin de asegurar la confiabilidad y calidad de los resultados.

Índice general de la calidad del agua (ICA)

La evaluación numérica del ICA, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos, se debe a Brown et al. (1970), obteniéndose a partir de una media geométrica. Finalmente, el ICA es un número entre 0 y 100 que califica la calidad del agua en función de su uso y a partir del cual se puede estimar su nivel de contaminación.

Para el presente trabajo se tuvieron en cuenta ocho parámetros para el cálculo del ICA, los cuales fueron: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, fosfatos, nitratos y sólidos totales. Así mismo, en este trabajo se tiene en cuenta solamente el criterio de calidad para el agua potable, cuyos valores se muestran a continuación:

Uso como agua potable

- 90-100. Excelente - No requiere purificación para consumo.
- 80-90. Aceptable - Purificación menor requerida.
- 70-80. Levemente contaminada - Dudoso su consumo sin purificación.
- 50-70. Contaminada - Tratamiento potabilizador necesario.
- 40-50. Fuertemente contaminada - Dudosa para consumo.
- 0-40. Excesivamente contaminada - Inaceptable para consumo.

Recolección de datos cualitativos

Grupos focales

En la siguiente tabla se muestra la composición de los grupos focales conformados para dos talleres de cartografía social, que se realizaron en las localidades de Zipacón y Apulo.

Tabla 2. Conformación de los grupos focales para los talleres de cartografía social realizados en las localidades de Zipacón y Apulo

Grupo focal para el taller en la localidad de Zipacón			
Entidad	Cargo	Municipio	Vereda
Fundación Étika Verde	Gestora social	Zipacón	San Cayetano
Acuezur	Presidente	Zipacón	San Cayetano
Junta de Acción Comunal	Comité de Medio Ambiente	La Mesa	La Esperanza
Acueducto Pueblo Viejo	Presidente acueducto	Zipacón	Pueblo Viejo
Acuaesperanza	Directivo acueducto	La Mesa	La Esperanza
Acuadoima	Directivo acueducto	La Mesa	Doima
Acuadoima	Directivo acueducto	La Mesa	Doima
Alcaldía de Zipacón	Apoyo técnico Secretaria de Desarrollo Ambiental y Agropecuario	Zipacón	Centro
Acueducto San Joaquín	Directivo acueducto	Anapoima	Insp. San Joaquín
Alcaldía La Mesa	Ingeniero ambiental	La Mesa	
Grupo focal para el taller en la localidad de Apulo			
Entidad	Cargo	Municipio	Vereda
Veeduría ríos Apulo, Calandaima y Bogotá	Veedor	Apulo	Barrio El Campin
Veeduría ríos Apulo, Calandaima y Bogotá	Veedor	Apulo	Barrio Gaitán
Acueducto San Antonio de Anapoima	Fiscal	Anapoima	Insp. San Antonio de Anapoima
Asouvegu	Representante legal	Apulo	La Vega
Asouvegu	Representante legal	Apulo	La Vega
Alcaldía de Anapoima	Profesional Secretaria de Desarrollo Económico	Anapoima	
Acueducto Naranjalito	Presidente Acueducto Veredal	Apulo	Naranjalito
Veeduría ríos Apulo, Calandaima y Bogotá	Veedor y presidente de la JAC	Apulo	Barrio la Agronómica
Veeduría ríos Apulo, Calandaima y Bogotá	Veedor	Apulo	El Trueno
Alcaldía de Apulo	Prof. Univ. Área de Desarrollo social y Ambiental	Apulo	Barrio Chico

Fuente: elaboración propia.

Talleres de cartografía social

Los talleres se realizaron en dos fases. La primera sobre el período seco de los ríos y quebradas de la cuenca del río Apulo. Se presentaron los resultados del estado de ríos y quebradas de la cuenca. Los participantes, distribuidos en grupos focales y cada uno con un mapa, registraron las actividades que se realizan en su región. Una vez hecho esto, se realizó una charla sobre los servicios ecosistémicos (de provisión, como alimentos, agua potable y otros; culturales, como recreación y turismo; de soporte, como producción primaria, formación de suelos y ciclos de nutrientes) y se trabajó de nuevo en los mapas para ubicar las regiones en las cuales estos servicios están mal, regular o bien. Al final del taller, cada grupo focal presentó los resultados a los que llegaron en sus mapas.

Para la realización de los talleres de cartografía social, se contactaron los alcaldes de seis localidades de la cuenca del río Apulo, Zipacón, Cachipay, Anolaima, La Mesa, Anapoima y Apulo. Con ellos se establecieron los contactos para la conformación de los grupos focales.

En los dos días de los talleres se realizaron cuatro actividades: se presentaron los resultados de muestreos físico-químicos, bacteriológicos, de la cuenca del río Apulo (2006-2007), en aguas altas y bajas de una investigación anterior de Arturo Liévano León. Se hizo una introducción a la metodología de los talleres de cartografía social y se entregó una guía de los talleres. A continuación, se formaron los grupos focales, cada uno de los cuales efectuó su mapa de cartografía social. Finalmente, cada grupo socializó su mapa.

Los talleres de cartografía social se realizaron en dos localidades, primero en Zipacón y, al otro día, en Apulo. En los dos lugares se congregaron personas de los municipios aledaños, con excepción de Quipile y Anolaima. En el taller de Zipacón hubo tres grupos focales y en el taller de Apulo, dos grupos focales, cada uno de los cuales realizó su correspondiente mapa de cartografía social.

La información consignada en los mapas por cada uno de los grupos de trabajo se homologó al sistema CORINE Land Cover Colombia, que es el utilizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2015), en la cartografía del país sobre los usos del suelo.

Resultados

Análisis de datos cuantitativos

Calidad del agua

En las figuras 3 y 4 se muestran los resultados de los cálculos de los ICA para cada una de las estaciones de muestreo, en las épocas de aguas altas y aguas bajas. Así mismo, en ambas figuras, se muestra la calidad de las aguas en cada uno de los ríos, de acuerdo con los mismos resultados obtenidos de los ICA. Los resultados muestran que en los ríos estudiados se encontraron solo tres categorías de clasificación de la calidad del agua, como uso para agua potable, de acuerdo con los valores del ICA: aceptable, levemente contaminada y contaminada.

Como se puede observar, las aguas de todos los ríos estudiados en la cuenca del río Apulo presentan valores de los ICA inferiores a 90, tanto en el período de aguas altas como de aguas bajas. Los ríos estudiados presentan, en su mayor parte, valores de los ICA de 70 o menos, lo que de acuerdo con la clasificación para aguas potables que establece el ICA, se trataría de aguas contaminadas, con excepción del río Bahamón (que es el de menor afectación de los ríos estudiados) y las cabeceras de los ríos Curí y Apulo, entre las estaciones A1 y A2.

Figura 3. Cuenca hidrográfica del río Apulo. Resultados de la calidad del agua; aguas altas

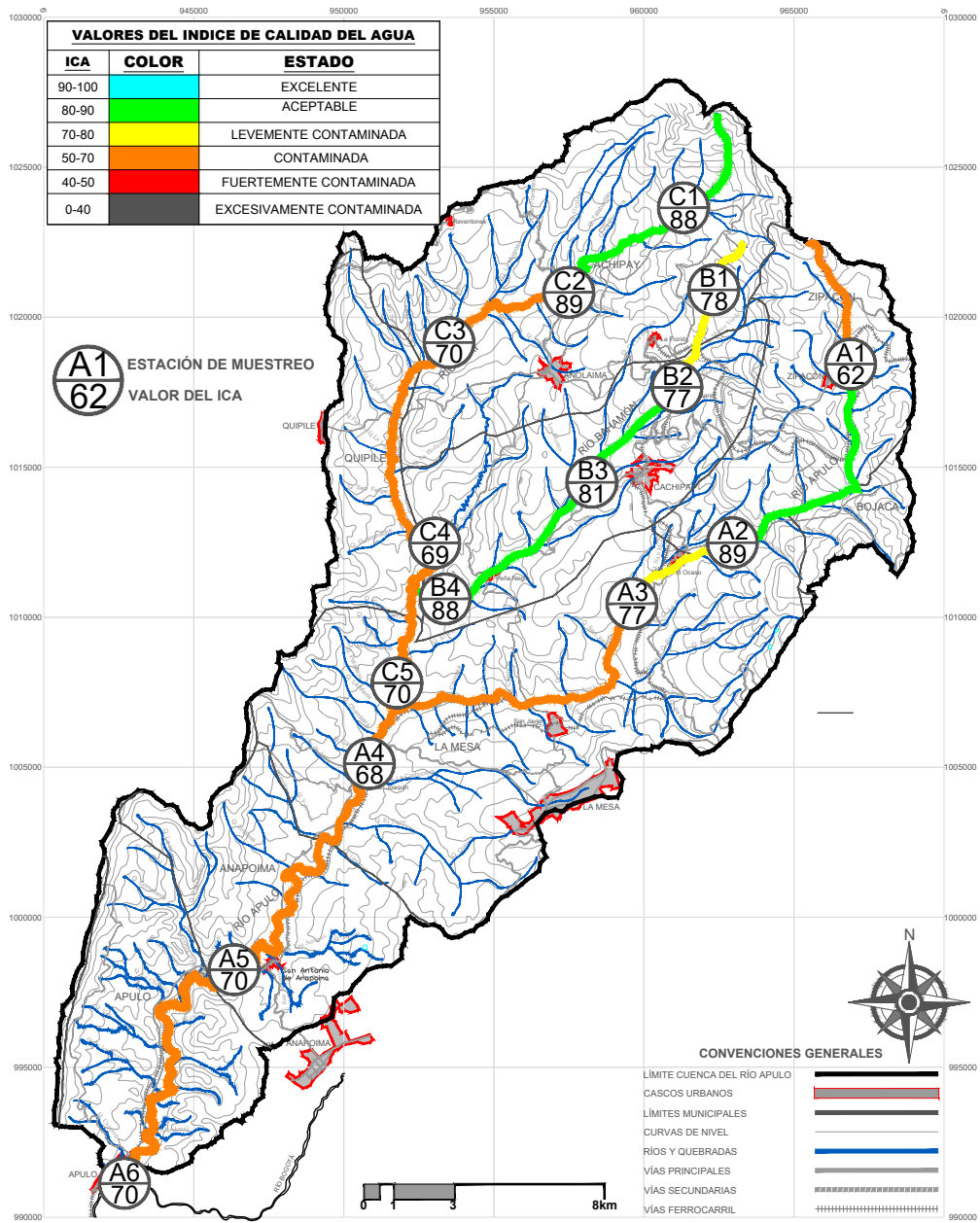
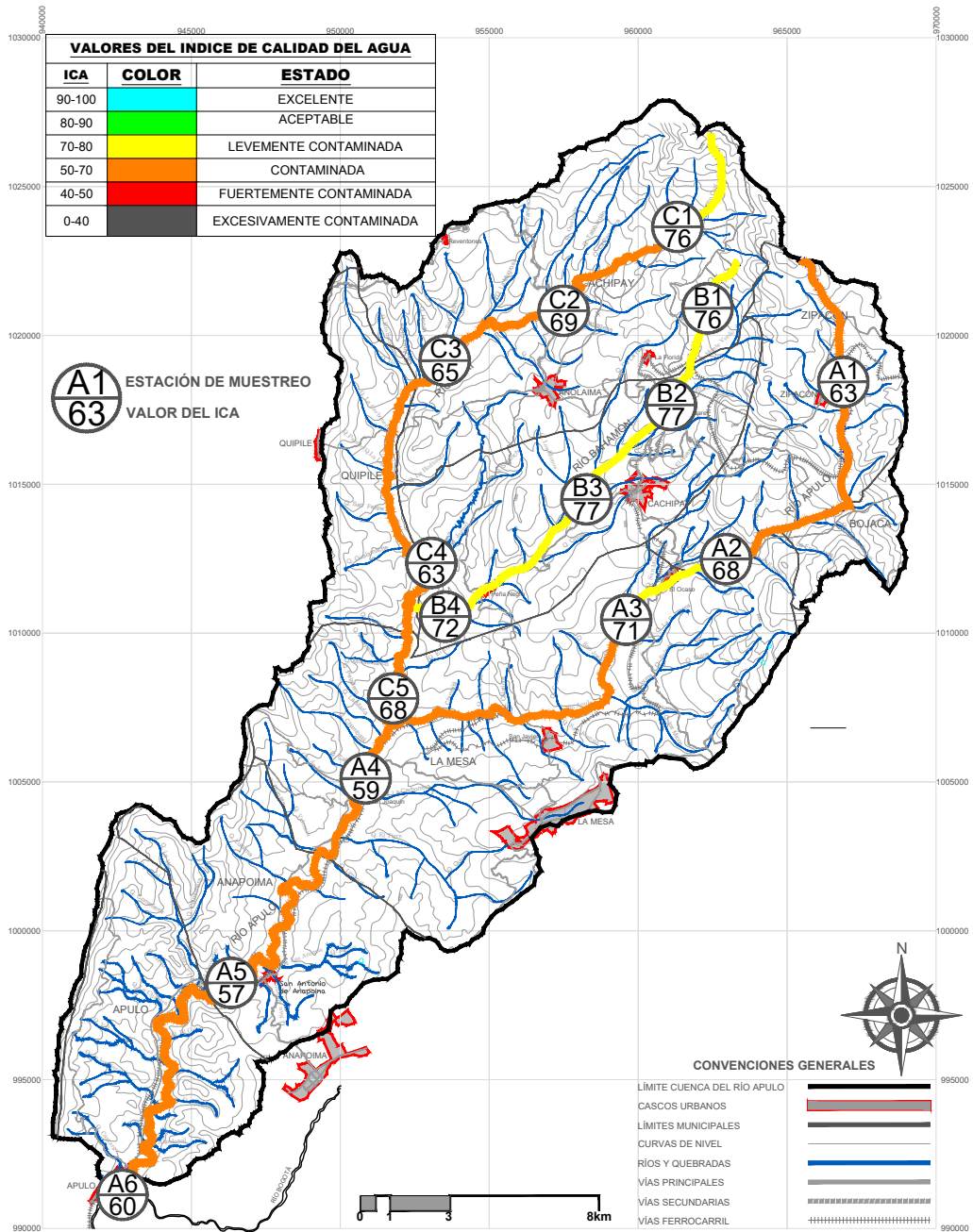


Figura 4. Cuenca hidrográfica del río Apulo. Resultados de la calidad del agua; aguas bajas



En la época seca, la calidad de las aguas disminuye en todas las estaciones de muestreo, siendo esta situación más drástica en las cabeceras de los ríos. En la cuenca baja del río Apulo las aguas se clasifican, de acuerdo con los valores del ICA, como contaminadas en todas las estaciones de muestreo, tanto en época de aguas altas como de aguas bajas. Esta última situación se presenta también en la parte media y baja del río Curí y en la cabecera del río Apulo, por arriba de la estación A1.

En el caso del río Bahamón son muy notorios los cambios de la calidad del agua, dependiendo de la época. En la época de aguas altas este río se encuentra levemente contaminado en su cabecera pero, en su parte media y baja, la calidad del agua es aceptable. En época de aguas bajas, el río Bahamón se encuentra levemente contaminado en todo su curso.

Contaminación por materia fecal

Si bien, el cálculo de los ICA en este estudio se realiza con base en ocho parámetros de la calidad del agua, incluyendo el contenido de bacterias coliformes fecales, nos pareció muy importante analizar el caso de la contaminación por materia fecal de los tres ríos estudiados, de manera particular. En la tabla 3, se muestran estos resultados en términos de su concentración en las muestras tomadas.

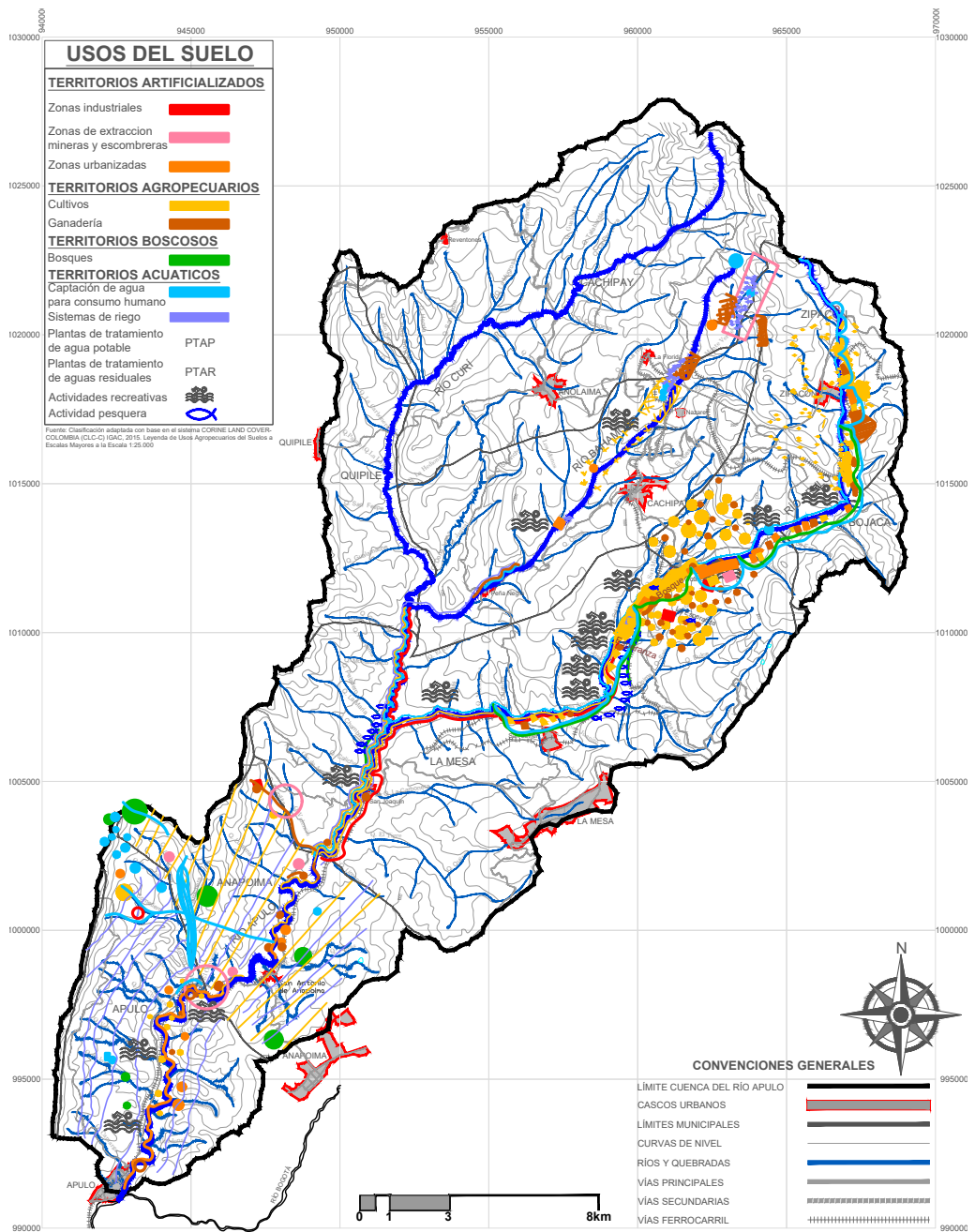
Tabla 3. Concentraciones de bacterias coliformes fecales (E. Coli) en las estaciones de muestreo en épocas de aguas altas y bajas, (NMP/100 mL).

Estación	Aguas altas	aguas bajas
A1	100	1.350
A2	< 1	200
A3	1.090	1.730
A4	32.600	6.830
A5	35.400	1.976
A6	38.800	1.729
B1	84	31
B2	300	41
B3	41	410
B4	3010	860
C1	< 1	20
C2	< 1	630
C3	1.000	980
C4	6.300	980
C5	4.100	2.460

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla, la contaminación por materia fecal es generalizada en todas las estaciones de muestreo, desde las cabeceras hasta las desembocaduras de los tres ríos. Si bien, en la época de aguas altas algunas estaciones de muestreo presentan valores de concentraciones menores a uno (estaciones A2, C1 y C2), no quiere decir que no haya presencia de bacterias coliformes fecales, por lo que el consumo directo del agua en estos ríos no es permisible, sin un tratamiento de desinfección primario.

Figura 5. Cuenca hidrográfica del río Apulo. Talleres de cartografía social. Usos del suelo



Análisis de datos cualitativos

A continuación, se presentan los resultados de los talleres de cartografía social realizados en las localidades de Zipacón y Apulo, en los cuales se trabajó en la identificación, por parte de los grupos focales, de los principales usos de los suelos y las aguas superficiales de la cuenca, así como de los servicios ecosistémicos detectados por los participantes en los talleres. En las figuras 5 y 6 se muestran los resultados unificados de los grupos de trabajo de los dos talleres realizados. La figura 5 reúne todos los datos consignados por los grupos de trabajo sobre el uso de los suelos y las aguas superficiales, y la figura 6 reúne los datos sobre los diferentes servicios ecosistémicos identificados por los grupos.

Usos del suelo y de las aguas identificados por los grupos focales

En cuanto a los datos suministrados por los grupos de trabajo sobre el uso de los suelos y las aguas superficiales, se identificaron cinco categorías de usos del suelo: territorios artificializados (zonas industriales, zonas de extracción minera y escombreras, zonas urbanizadas), territorios agropecuarios (zonas de cultivo y ganadería), territorios boscosos (bosques) y territorios acuáticos (captación de agua para consumo humano, sistemas de riego, plantas de tratamiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, actividades recreativas y actividades pesqueras) (figura 5).

Con relación a las zonas industriales identificadas por los grupos focales, estas corresponden principalmente a procesos agroindustriales de sectores como el cultivo de ornamentales y frutales que se presentan a lo largo de la cuenca en su parte media y baja. Se identificaron actividades de minería en la parte alta de la cuenca, en las cabeceras del río Bahamón, y en la parte baja, en diferentes áreas del municipio de Anapoima. Estas explotaciones mineras corresponden, principalmente, a la extracción de arena de río y canteras de recebo. En los talleres algunos participantes comentaron sobre la existencia de licencias para la explotación de esmeraldas. Las zonas urbanizadas corresponden a las cabeceras municipales y poblaciones intermedias.

En los territorios agropecuarios se identificaron dos categorías: ganadería y cultivos, las cuales se encuentran a lo largo y ancho de la cuenca del río Apulo desde las tierras frías, en la parte alta, hasta las zonas cálidas del municipio de Apulo. Tanto en el caso de la ganadería como en el de los cultivos, se pueden encontrar en la cuenca explotaciones de tipo extensivo como intensivo, que en el sector pecuario corresponde principalmente a la cría de reses, cerdos y gallinas y, en el agrícola, a cultivos de ornamentales, frutas y cultivos de pancoger.

Los territorios boscosos de la cuenca que identificaron los grupos de trabajo, corresponden a pequeños relictos de bosques naturales y están presentes en zonas de alta pendiente, así como bosques de galería dispersos en los ríos Apulo y Curí, y bastante conservados en el río Bahamón. Por otra parte, se encuentran también bosques cultivados para producción de madera, como para el sombrío de cultivos como el café.

En cuanto a los territorios acuáticos, es muy importante destacar que los grupos focales identificaron que la captación de agua para consumo humano, se presenta a todo lo largo del cauce del río Apulo, desde su cabecera hasta los límites del municipio de La Mesa, con el municipio de Anapoima; estos sectores del río son los que reportan los mayores niveles de contaminación. En el caso del río Bahamón, la captación de aguas para consumo humano se presenta en su cabecera y en las regiones de las localidades de La Florida y Peña Negra. En el río Curí, esta captación de aguas para consumo se presenta desde su parte media, después de la desembocadura del río Bahamón, hasta los límites del municipio de La Mesa con el municipio de Anapoima. Es de anotar que dada la imposibilidad de contar con la participación de las localidades de Anolaima y Quipile, no se cuenta con datos para estas zonas de la cuenca del río Apulo.

Por último, se debe destacar el caso de la zona baja de la cuenca, en los municipios de Anapoima y Apulo, en los que las captaciones de agua para consumo humano se dan a partir de las quebradas La Chácara y Agua Blanca, de donde se surten los acueductos veredales de San Antonio y la Hacienda Guásima. En relación a sistemas de riego, los grupos focales identificaron su uso en la parte media y baja de la cuenca, donde hay cultivos de ornamentales y frutales.

En lo relacionado a plantas de potabilización de agua (PTAP) y de acuerdo con los datos registrados por los grupos focales, estas no existen en la cuenca del río Apulo, mientras que si se registraron dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el municipio de Anapoima, una en San Antonio de Anapoima y otra llamada Komula.

Con relación a las actividades recreativas desarrolladas en estos ríos, los grupos focales identificaron “el paseo al río” como una práctica que se da, principalmente, en las áreas de El Ocaso y La Esperanza, en la parte media del río Apulo, y en la parte baja de la cuenca, aguas abajo de San Antonio de Anapoima y en la localidad de Apulo. Estas actividades se presentan también en el río Bahamón en las localidades de La Florida, Cachipay y Peña Negra. En el río Curí, muy seguramente se deben desarrollar también este tipo de actividades recreativas, pero dado que no contamos con la participación de las localidades de Anolaima y Quipile, no obtuvimos datos específicos para estas zonas de la cuenca.

En la cuenca se presentan actividades de pesca en la parte media del río Apulo, en inmediaciones de las localidades de El Ocaso, La Esperanza, San Javier, así como en el río Curí, en las áreas de su desembocadura en el río Apulo, hasta aguas arriba de San Joaquín.

Servicios ecosistémicos identificados por los grupos focales

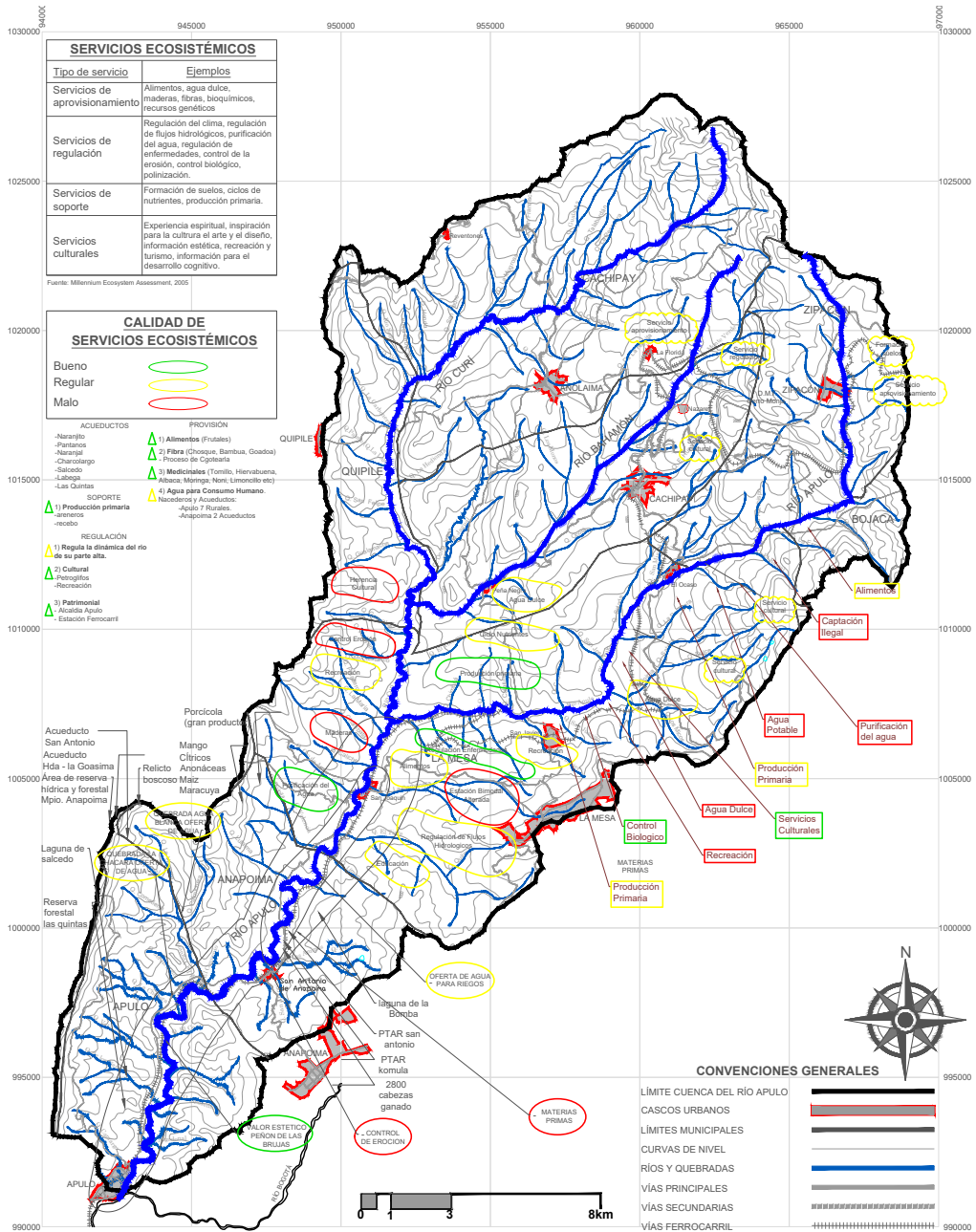
Como se observa en la figura 6, los participantes en los talleres de cartografía social identificaron diferentes tipos de servicios ecosistémicos dentro de cada una de las categorías en que se agrupan dichos servicios. En el caso de los servicios de aprovisionamiento cabe resaltar la importancia que se dio al aprovisionamiento de agua, tanto para el consumo humano, a través de nacederos y acueductos veredales, como también en sistemas de riego para diferentes tipos de cultivos. Así mismo se debe destacar que los grupos focales calificaron este servicio ecosistémico como de mala calidad, en la mayoría de los casos, con algunas excepciones en las que la calificación fue de regular calidad, como en el caso de los acueductos veredales de San Antonio y la Hacienda Guásima, las quebradas La Chácara y Agua Blanca, en el municipio de Apulo. Esta misma calificación de regular calidad se dio para dos acueductos de la localidad de Anapoima y para la localidad de Peña Negra, en el municipio de Cachipay.

Otro servicio de aprovisionamiento destacado por los grupos de trabajo, en los talleres, fue el de aprovisionamiento de alimentos, especialmente con relación a la producción de frutales en los que se mencionan el mango, los cítricos, las anonáceas y el maracuyá, y también se menciona el maíz como otro importante cultivo de pancoger. Entre otros de los cultivos que se resaltan como importantes en términos de provisión de fibras se nombran el chusque, el bambú y la guadua.

Por último, se debe resaltar que los grupos hicieron referencia a la provisión de madera en el municipio de la Mesa, en términos de la mala calidad de este servicio, lo cual es congruente con el estado de deforestación de la cuenca.

En el caso de los servicios de regulación que prestan estos ecosistemas, los grupos de trabajo identificaron servicios de mala calidad como el del control de la erosión,

Figura 6. Cuenca hidrográfica del río Apulo. Talleres de cartografía social. Servicios ecosistémicos



de regular calidad como el de la regulación de los ciclos hidrológicos, y de calidad regular y buena, como la purificación del agua. En los servicios de soporte los grupos reportaron otros servicios de calidad regular como la formación de suelos y los ciclos de nutrientes.

Finalmente, en cuanto a los servicios culturales se registraron algunos valores estéticos y de recreación, como es el caso del Peñón de las Brujas, la reserva forestal Las Quintas y la reserva hídrica y forestal de la Hacienda Guásima en el municipio de Apulo. Hay algunos petroglifos ubicados en Bojacá y en los caminos reales que unen estos municipios, así como zonas de recreación y turismo en diferentes partes a lo largo de la cuenca del río Apulo.

Discusión

Como muestran los resultados, la calidad de las aguas de los tres ríos permite decir que, en ninguno de los puntos estudiados, sus aguas pueden ser consideradas aptas para el consumo humano, sin un proceso de purificación y desinfección primario. La concentración de bacterias coliformes fecales, en la parte baja de los ríos, sobrepasa ampliamente los límites permitidos para el consumo humano e incluso para cualquier interacción directa con el agua, por el alto riesgo de contraer enfermedades infecciosas. También, con base en estos resultados, se puede considerar riesgoso para la salud cualquier actividad recreativa en todas las estaciones estudiadas, por la posible ingestión accidental de estas aguas.

Así mismo, en todos los municipios, los grupos focales que participaron en los talleres, identificaron de manera clara los diferentes problemas relacionados con la calidad del agua. Es importante resaltar que la contaminación generalizada de los ríos por materia fecal, causó una reacción de sorpresa en los participantes, dada la costumbre de realizar actividades recreativas en diferentes áreas (balnearios) de la cuenca (figura 4).

De acuerdo con los resultados de los talleres de cartografía social, fue posible identificar una perspectiva regionalista que se refleja en la forma en la que cada grupo registró su información, únicamente para el área de su respectivo municipio. En ningún caso se obtuvo una visión del área total de la cuenca del río Apulo, con respecto a los usos del suelo ni al uso de los servicios ecosistémicos. Esto impidió obtener datos de las áreas de Anolaima y Quipile, pues no participaron representantes de dichos municipios.

La perspectiva regionalista muestra que no hubo una visión espacio-temporal completa de la cuenca, por parte de los grupos focales, en el ejercicio de los talleres de cartografía social. Este hecho podría deberse a dos causas: el desconocimiento de la situación socioambiental de los otros municipios de la cuenca o una actitud de cautela para evitar involucrarse en los aspectos socioambientales de los otros municipios. Cualquiera de estas dos causas podrían considerarse como un obstáculo para un buen desarrollo de programas integrados dirigidos al manejo adecuado y recuperación de la cuenca del río Apulo y de la calidad de sus aguas.

Dentro de los servicios ecosistémicos identificados por los grupos de trabajo, cabe resaltar que la gran mayoría tuvieron que ver con la concepción productivista, que abarca los servicios de aprovisionamiento o de uso directo de los ecosistemas, como son el aprovisionamiento de agua, tanto para consumo humano como para la producción agropecuaria, así como la explotación forestal y minera.

En cuanto a los valores de los servicios ecosistémicos de regulación y soporte, los grupos de trabajo resaltaron la importancia de los servicios de control de la erosión, de purificación del agua, de regulación de ciclos hidrológicos y ciclos de nutrientes, lo que muestra una clara conciencia de la existencia y del valor que tienen estos procesos en el mantenimiento de la funcionalidad de los ecosistemas.

Si bien, la identificación de los valores de los servicios ecosistémicos que prestan los ríos y quebradas de la cuenca del río Apulo mostraron una fuerte influencia de la concepción productivista, fue evidente también la importancia que dieron los grupos de trabajo a los valores estéticos de los servicios culturales como el de áreas protegidas, áreas turísticas, áreas de recreación y áreas de interés patrimonial (Peñón de las Brujas, reserva hídrica y forestal del municipio de Anapoima, reserva forestal Las Quintas, balnearios y petroglifos, entre otros).

El caso de la cuenca del río Apulo se puede considerar como generalizado para la mayor parte de las cuencas hidrográficas del país e incluso, a nivel global, por el gran deterioro que hemos causado a estos ecosistemas. Prácticamente todos los grandes ríos del planeta sufren de problemas como la contaminación y la sobreexplotación de sus aguas, la deforestación de sus cuencas, la degradación de sus suelos y el represamiento e intervención de sus cauces; problemas generados por la visión utilitarista de los ecosistemas. Estos problemas de origen antrópico están ocasionando enormes áreas muertas en las desembocaduras de los mares y océanos del mundo (Cushing, Cummins y Minshall 2006; Giller y Malmqvist 2006).

Además de percibirse una perspectiva local en los participantes del taller, se manifestó una inclinación hacia el antropocentrismo. Por antropocentrismo podemos entender, con Alfredo Marcos (2001), lo siguiente: “el antropocentrismo proclama el primado absoluto del hombre sobre la naturaleza, y su derecho a la dominación de la misma. Niega cualquier carácter moral a la relación entre el hombre y el resto de los seres naturales” (127). Arriba se había mencionado una concepción productivista de los servicios ecosistémicos; esto devela una posición antropocéntrica en contraposición a una perspectiva biocéntrica o ecocéntrica. Por biocentrismo podemos entender una actitud de respeto a la naturaleza basada en la idea de que todos los seres vivos poseen un valor intrínseco, independientemente de los seres humanos (Taylor 2011). No parece que los participantes en los talleres de cartografía social tuvieran una perspectiva biocéntrica.

Desde la perspectiva ecocéntrica se considera que los ecosistemas tienen un valor intrínseco (Rolston III 2012). No obstante, a ninguno de los tres ríos (Apulo, Curí y Bahamón) se les asignó un valor intrínseco en los mencionados talleres, es decir, ni biocentrismo ni ecocentrismo; pareciera que, por los resultados de los talleres, predominara una actitud antropocéntrica en los participantes.

Aldo Leopold (1949) propone una ética de la Tierra, debido a que ya existen tanto una ética entre personas como una ética entre el individuo y el resto de la sociedad. Con base en la ética de la Tierra cuidaríamos los seres vivos, los diferentes ecosistemas y la Tierra, en general. En los participantes en los talleres se percibía una cierta conciencia ambiental, muy parecida a la de la ética de la Tierra de Aldo Leopold.

Fritz Jahr, la primera persona que introdujo el término bioética en 1926, en su imperativo bioético, decía: “respeta cada ser viviente en principio como un fin en sí mismo y trátalo, de ser posible, como tal”, (Jahr 1926, 604-605). En los talleres de cartografía social se pudo detectar en los participantes una tendencia hacia el respeto por los seres vivos y una conciencia ambiental que los acerca a los conceptos planteados por Aldo Leopold y Fritz Jahr y, por ende, a las perspectivas ecocéntricas y biocéntricas de las éticas ambientales.

La bioética nace con una preocupación ambiental. Esta perspectiva era clara tanto en Fritz Jahr como, posteriormente, en Potter (1971). Luego, la bioética se inclinó hacia los temas médicos y, fruto de ello fue la propuesta de los cuatro principios de la ética biomédica: justicia, respeto a la autonomía, no maleficencia y beneficencia (Beauchamp y Childress 2009). Sin embargo, la bioética no se reduce al espectro médico, sino que tiene otros aspectos fundamentales.

Más recientemente, la bioética ha sido definida por Gilbert Hottois (2007) de la siguiente manera: “la bioética cubre un conjunto de investigaciones, de discursos y de prácticas pluridisciplinarias y pluralistas, que tienen como objeto aclarar y, si es posible, resolver preguntas de tipo ético suscitadas por la I&D biomédicos y biotecnológicos en el seno de sociedades caracterizadas, en diversos grados, por ser individualistas, multiculturales y evolutivas” (26).

Podemos ampliar esta definición desde lo biomédico hasta lo biológico. Con esto se cubre lo anterior, y se va más allá de la definición de Hottois, para incluir los problemas ambientales en la bioética. La idea de incluir, en la bioética, los conflictos de tipo ético que surgen en la aplicación de las biotecnologías en los ecosistemas, resulta no ser un capricho; es algo que se encuentra en armonía con la definición de Hottois, si se acepta la ampliación que contiene desde lo biomédico hasta lo biológico.

De otra parte, tenemos el principio de precaución. Este principio fue formulado por un grupo internacional de científicos, abogados, funcionarios de gobierno y activistas laborales y ambientalistas, que se reunieron en Wisconsin, Estados Unidos, en enero de 1998, y emitieron una declaración sobre la preocupación internacional por el deterioro ambiental y los efectos que esto causa en la salud humana:

Quando una actividad amenaza con dañar la salud humana o el ambiente, deberían tomarse medidas preventivas; incluso si algunas relaciones entre causas y efectos no están totalmente establecidas científicamente. En este contexto el proponente de una actividad, más que el público, es quien debería cargar con las evidencias (concernientes a la seguridad, inocuidad y necesidad). (Ashford et al. 1998).

Es posible que las concentraciones de bacterias coliformes fecales estén relacionadas con enfermedades digestivas, de la piel, etcétera. Esto solo se podría determinar en otro estudio. Lo más seguro es que los niveles de estas bacterias estén afectando la salud de las personas que rondan los ríos contaminados. Por otra parte, la contaminación afecta la calidad de las aguas de los ríos, es decir, se afecta al ambiente; por tanto, acudir al principio de precaución es, en estas circunstancias, absolutamente necesario. Dada la contaminación que se detectó en toda la cuenca, este artículo puede servir de referente para que las autoridades tomen medidas precautorias que mitiguen la mencionada contaminación: es necesario tratar las aguas residuales mediante plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR); se deben tratar los vertidos industriales en los ríos y quebradas; es necesario hacer campañas de concientización sobre la importancia de la clasificación de los desechos, evitando la mezcla de residuos orgánicos con plásticos, papel y cartón, metales y vidrio.

Como se deduce de los resultados anteriores, hay una contaminación del agua en toda la cuenca. Todos los habitantes de la cuenca del río Apulo, entonces, tienen una responsabilidad con los demás y con las futuras generaciones, principalmente, las empresas que más contaminan. En este punto podemos traer el principio de responsabilidad de Hans Jonas (1995). Este principio es presentado por Jonas de forma ligera y sucesivamente diferente:

- “Obra de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana auténtica en la tierra” (40). En consecuencia, los habitantes de la cuenca deberían vivir de tal forma que la contaminación sea la más baja posible para garantizar una vida humana auténtica, esto significa que deben procurar contaminar lo menos posible la cuenca.
- “Obra de tal modo que los efectos de tu acción no sean destructivos para la futura posibilidad de esta vida” (40). Con esta consideración diríamos que en la cuenca del río Apulo se debería tener suficiente cuidado para que los efectos destructivos de la contaminación de las aguas, garanticen recursos para las siguientes generaciones.

- “No pongas en peligro las condiciones de la continuidad indefinida de la humanidad en la tierra»” (40). Una buena continuidad de vida de las personas en la cuenca del río Apulo, viene de la mano del cuidado de las aguas de esta cuenca: aunque se necesitan estudios precisos para hacer la siguiente afirmación, podríamos decir que la contaminación de las aguas podría estar relacionada, entre otras, con enfermedades de tipos gastrointestinal.
- «Incluye en tu elección presente, como objeto también de tu querer, la futura integridad del hombre»” (40). La futura integridad de las comunidades ribereñas de la cuenca, depende, en parte, del cuidado de las aguas que tengan estas comunidades.

Por otra parte, parece que en los usos de agua de esta cuenca hay una situación de inequidad, por los comentarios de los participantes de los talleres. Las diferentes personas que viven en los alrededores de la cuenca no tienen un acceso equitativo al agua como recurso. En este punto, vamos a complementar la idea de justicia de Beauchamp y Childress (1999) con la de John Rawls (2003): “...quisiera mostrar que la idea de equidad es la idea fundamental en el concepto de justicia, y quisiera ofrecer un análisis del concepto de justicia desde este punto de vista” (129).

El famoso libro de Rawls sobre la *Teoría de la Justicia* tuvo una serie de inconvenientes, al decir de sus críticos. En estas circunstancias, Rawls redacta un nuevo libro en el que pretendía abordar, entre otras cosas, esas críticas, y dejar claro su planteamiento de la justicia como equidad. Fue así que escribió *La justicia como equidad. Una reformulación*. En ese libro Rawls (2012) sostiene que “la justicia como equidad es una concepción política de la justicia, no una concepción general” (34); “no concebimos la justicia como equidad como una doctrina moral comprensiva sino como una concepción política que se aplica a esta estructura de instituciones políticas y sociales” (p. 36).

En su libro inicial sobre la *Teoría de la Justicia*, Rawls propone dos principios. En la versión de la reformulación el mismo Rawls (2012) revisa estos dos principios y los establece de la siguiente forma:

- a) Cada persona tiene el mismo derecho irrevocable a un esquema plenamente adecuado de libertades básicas iguales que sea compatible con un esquema similar de libertades para todos; y
- b) las desigualdades sociales y económicas tienen que satisfacer dos condiciones: en primer lugar, tienen que estar vinculadas a cargos y posiciones abiertos a todos en condiciones de igualdad equitativa de oportunidades; y, en segundo lugar, las desigualdades deben redundar en un mayor beneficio de los miembros menos aventajados de la sociedad (el principio de diferencia). (73)

Podríamos decir, con Rawls, que las personas que viven en la cuenca del río Apulo tienen los mismos derechos irrevocables con relación a los recursos hídricos, lo que es compatible con una igualdad de libertades para todos. Es decir, de los recursos hídricos pueden participar todos y no unos pocos, por ejemplo, los que tienen más poder o aquellos que se han apropiado indebidamente de esos recursos. A pesar de las desigualdades económicas, debería haber igualdad de oportunidades en la utilización de los recursos hídricos; las personas menos aventajadas deberían tener mayor beneficio de los mencionados recursos.

Dice Rawls que el primer principio antecede al segundo; la equidad en la igualdad de oportunidades es anterior al principio de diferencia. No obstante, los dos principios “... expresan valores políticos” (79). La justicia como equidad es una noción igualitarista, dice Rawls y habla de justicia distributiva como equidad, cuando cabe la siguiente pre-

gunta: “¿cómo han de regularse las instituciones de la estructura básica como un esquema unificado de instituciones para que pueda mantenerse a lo largo del tiempo, de una generación a otra, un sistema equitativo, eficiente y productivo de cooperación social?” (81). En el caso de la cuenca del río Apulo, las diferentes instituciones relacionadas con esta, deben mantenerse equitativas en el tiempo, de una generación a la siguiente, y de manera eficiente, equitativa y cooperativa.

Lo justo y lo bueno son complementarios y aunque la política necesite de lo justo y de lo bueno, no puede negarse la primacía de lo justo; cabría decir que lo justo y lo bueno son complementarios (191). Lo justo y lo bueno coinciden en el acceso al recurso del agua en la cuenca: es justo y bueno que todos tengan igual acceso al recurso, aunque lo más importante es que esto es una cuestión de justicia, justicia como equidad. Entonces, y de acuerdo con Rawls, es necesario propiciar una distribución equitativa de agua de buena calidad y en cantidades adecuadas entre los pobladores de la cuenca del río Apulo.

Conclusiones

En los ríos estudiados se encontraron solo tres categorías de clasificación de la calidad del agua como uso para agua potable, de acuerdo con los valores del ICA: aceptable, levemente contaminada, y contaminada, siendo predominante esta última.

Las mediciones de la calidad del agua de los tres ríos permiten decir que, en ninguno de los puntos estudiados, sus aguas pueden ser consideradas aptas para el consumo humano de manera directa, sin al menos un proceso de purificación y desinfección primario.

Los ríos estudiados presentan, en su mayor parte, bajos valores de los ICA, lo que de acuerdo con la clasificación para aguas potables que establece este sistema, serían aguas contaminadas. En la época seca la calidad de las aguas disminuye en todas las estaciones de muestreo, siendo esta situación más drástica en las cabeceras de los ríos estudiados.

La presencia de contaminación por materia fecal es generalizada en todas las estaciones de muestreo, desde las cabeceras hasta las desembocaduras de los tres ríos analizados. La concentración de bacterias coliformes fecales en la parte baja de los ríos sobrepasa ampliamente los límites permitidos para el consumo humano e incluso para cualquier interacción directa con el agua, por el alto riesgo de contraer enfermedades infecciosas.

Con estos resultados en todas las estaciones estudiadas, se puede considerar riesgoso para la salud cualquier actividad recreativa, por la posible ingestión accidental de estas aguas. Es de resaltar que en los talleres ninguno de sus participantes manifestó conocer acerca de la contaminación generalizada por materias fecales, que se da en estos ríos.

De acuerdo con los resultados de los talleres de cartografía social, fue posible identificar una perspectiva regionalista que se refleja en la forma en la que cada grupo registró su información, únicamente para el área de su respectivo municipio; esta perspectiva regionalista muestra que no hubo una visión espacio-temporal completa de la cuenca, en el ejercicio de los talleres, lo cual podría considerarse como un obstáculo para un buen desarrollo de programas integrados dirigidos al manejo adecuado y recuperación de la cuenca del río Apulo y de la calidad de sus aguas.

Las visiones de los grupos focales mostraron una tendencia predominantemente antropocéntrica y alejadas de los principios de precaución de Wingspread, equidad de Rawls y responsabilidad de Jonas.

Si bien, en los planes de desarrollo y en las políticas ambientales de los municipios de la cuenca, se ha podido tener en cuenta la salud humana y ambiental, los resultados de este estudio

ponen en evidencia que estas han tenido una mínima prioridad en su ejecución, a pesar de que la calidad del ambiente y la naturaleza son los principales determinantes de la salud.

La relación humanos-naturaleza, como en la mayor parte de las sociedades humanas, en la cuenca del río Apulo, se da a través de un productivismo basado en una ética utilitarista e ignorando principios como la beneficencia, la responsabilidad y la precaución.

Los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos plasmados en las correspondientes figuras y tablas de este artículo, indican que se están contaminando los ríos de la cuenca del río Apulo más allá de lo precautorio. En este caso, es prudente que, en adelante, se tenga en cuenta el principio de precaución: este es un principio que busca guiar las acciones del ser humano, con miras a prevenir que se haga daño al ambiente y a la salud humana.

La conservación de la naturaleza y sus consecuencias en el mantenimiento y mejoramiento de la salud humana, deben ser principios prioritarios en el diseño y estructuración de políticas públicas y de los programas de educación ambiental, en todos los municipios de la cuenca del río Apulo. El cuidado y la protección de los ecosistemas naturales, de los cuales todos los seres vivos dependemos, es un imperativo para la salud.

También, se sugiere incluir en el desarrollo e implementación de las políticas públicas y de los programas de educación ambiental en escuelas y colegios de la cuenca del río Apulo, principios y valores bioéticos que ayuden en el mejoramiento de la salud humana y en el cuidado de los ecosistemas naturales de la región.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, contribuyeron para llevar a cabo este proyecto:

Al Dr. Jaime Escobar Triana, Director del Departamento de Bioética de la Universidad El Bosque y a la Dra. Constanza Ovalle Gómez, Coordinadora del mismo Departamento, por su apoyo incondicional a la formulación, financiación y ejecución de este proyecto. A Yair Rodríguez Espinosa, Alcalde de Anapoima; Gustavo García Bernal, Alcalde de Apulo; Alvaro Moya Silva, Alcalde de Cachipay; Mercedes Rodríguez González, Alcaldesa de La Mesa; Gustavo Cortés Camacho, Alcalde de Zipacón; Jeferson Florés Forero, Secretario de Ambiente y Desarrollo Rural de la Alcaldía de Cachipay; Diego Montoya, Secretario de Ambiente de la Alcaldía de La Mesa, quienes nos prestaron su apoyo en logística e infraestructura durante el trabajo de campo. A Guillermina Rodríguez, profesional del área de Desarrollo Social y Ambiental de la Alcaldía de Apulo; Juanita Benítez, profesional de la Secretaría de Desarrollo Económico de la Alcaldía de Anapoima; Adriana Campos, profesional de la Secretaría de Desarrollo Ambiental y Agropecuario de la Alcaldía de Zipacón, por su continuo interés en el desarrollo del proyecto y su importante colaboración durante las fases de campo, así como durante los talleres de cartografía social. A Blanca Gutiérrez, Asistente Técnica de la UMATA de Cachipay y a Luis Neftaly Leguizamo Sierra "MacGuiver", guardabosques de la Alcaldía de Cachipay, por su colaboración durante el desarrollo de los muestreos participativos desarrollados en la parte alta de la cuenca del río Apulo.

Finalmente, los autores agradecen al laboratorio de análisis ambiental Daphnia Ltda., por su apoyo y diligencia, tanto durante los muestreos de campo como en los análisis de laboratorio, y a la empresa ATKA por la dispendiosa tarea de la homologación de la cartografía al sistema CORINE Land Cover y la digitalización de todos los mapas elaborados en los talleres de cartografía social, desarrollados durante esta investigación.

Contribuciones de los autores

Arturo Liévano y Álvaro Cadena participaron en los siguientes aspectos en la elaboración de este artículo y en la investigación en la que se fundamenta: conceptualización, curaduría de datos, análisis formal, financiación, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, escritura (borrador original del artículo), escritura (corrección del arbitraje y del proceso editorial).

Conflictos de interés

Los autores no tienen conflictos de interés en la realización de esta investigación.

Financiamiento

Los autores recibieron financiamiento del Departamento de Bioética de la Universidad El Bosque, a través del proyecto de investigación "Valores y principios bioéticos que identifican las comunidades en los servicios ecosistémicos que prestan los ríos y quebradas de la cuenca del río Apulo en Cundinamarca, Colombia".

Referencias

- Ashford, Nicholas, Katherine Barrett, Anita Bernstein, Robert Costanza, Pat Costner, Carl Cranor, Peter deFur et al. 1998. Wingspread Statement on the Precautionary Principle. <https://www.gdrc.org/u-gov/precaution-3.html>
- Beauchamp, Tom L., y James F. Childress. 2009. *Principles of Biomedical Ethics*. New York: Oxford University Press.
- Brown, Robert M., Nina I. McClelland, Rolf A. Deininger, y Ronald G. Tozer. 1970. "A Water Quality Index-Do we Dare?" *Water Sewage Works* 117, (October): 339–343.
- Creswell, John W. 2014. "Mixed Methods Procedures." En *Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*, editado por John W. Creswell. Los Angeles: SAGE Publications.
- Cushing, Colbert E., Kenneth W. Cummins, y G. Wayne Minshall. 2006. *River and Stream Ecosystems of the World*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2015. *Leyenda de usos agropecuarios del suelo. A escalas mayores a la escala 1:25.000*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Hirsch Hadorn, Gertrude, Susette Biber-Klemm, Walter Grossenbacher-Mansuy, Holger Hoffmann-Riem, Dominique Joye, Christian Pohl et al. 2008. "The Emergence of Transdisciplinarity as a Form of Research." En *Handbook of Transdisciplinary Research*, editado por Gertrude Hirsch Hadorn et al., 19-39. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6699-3_2
- Giller, Paul S., y Bjorn Malmqvist. 2006. *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford: Oxford University Press.

- Hollaender, Kirsten, Marie Céline Loibl, y Arnold Wilts. 2008. "Management." En *Handbook of Transdisciplinary Research*, editado por Gertrude Hirsch Hadorn et al., 385-397. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6699-3_25
- Hottois, Gilbert. 2007. *¿Qué es la bioética?* Bogotá: Universidad El Bosque.
- Jahr, Fritz. 1926. "Wissenschaft vom Leben und Sittenlehre. Die Mittelschule." *Zeitschrift für das gesamte mittlere Schulwesen* 40: 604-605.
- Jonas, Hans. 1995. *El principio de responsabilidad*. Barcelona: Herder.
- Leopold, Aldo. 1949. *A Sand County Almanac. And sketches here and there*. New York: Oxford University Press.
- Liévano-León, Arturo. 2013. "Calidad biológica de las aguas superficiales de la cuenca del río Apulo." *Revista de Tecnología* 12(2): 60-71. <https://doi.org/10.18270/rt.v12i2.771>
- Groom, Martha J., Gary K Meffe, C. Ronald Carroll. 2006. "What Is Conservation Biology?" En *Principles of Conservation Biology*, 3-25. Sunderland, Mass: Sinauer Associates.
- Marcos, Alfredo. 2001. *Ética ambiental*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Nicolescu, Basarab. 1996. *La transdisciplinariedad. Manifiesto*. París: Ediciones Du Rocher.
- Potter, Van Rensselaer. 1971. *Bioethics Bridge to the Future*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Rawls, John. 2003. "Justicia como equidad." *Revista Española de Control Externo* 5 (13): 130-158.
- Rawls, John. 2012. *La justicia como equidad. Una reformulación*. Barcelona: Paidós.
- Baird, Rodger B., Andrew D. Eaton, y Eugene W. Rice, eds. 2017. *Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Rolston III, Holmes. 2012. *A New Environmental Ethics: The Next Millenium for Life on Earth*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203804339>
- Taylor, Paul W. 2011. *Respect for Nature: A Theory of Environmental Ethics*. New Jersey: Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt7sk1j>
- Walter, Alexander I., Arnim Wiek, y Roland E. Scholz. 2008. "Constructing Regional Development Strategies A Case Study Approach for Integrated Planning and Synthesis." En *Handbook of Transdisciplinary Research*, editado por Gertrude Hirsch Hadorn et al., 223-243. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6699-3_14