

Evaluación del estado actual de la calidad hídrica y la percepción de la comunidad en el área de influencia de dos quebradas que nacen en el Páramo Rabanal, en los Municipios de Villapinzón (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá)

Assessment of the current state of water quality and the perception of the community in the area of influence of two streams that are born at the 'Paramo Rabanal', in the Municipalities of Villapinzón (Cundinamarca) and Ventaquemada (Boyacá)

María A. Guerrero Pedraza, Melissa E. Herrera Mejía

Abstract

Este proyecto busca evaluar el estado actual de las condiciones del recurso hídrico de las Quebradas La Sierra (Villapinzón) y Yerbabuena (Ventaquemada), además de la percepción sobre la calidad hídrica de la comunidad en el área de influencia. En la metodología se realizaron visitas técnicas para la toma de muestras físico-químicas, biológicas y bacteriológicas del agua, y levantamiento de información a través de entrevistas a profundidad y análisis cartográfico; por medio de un enfoque mixto encaminado a estudiar las relaciones en el páramo. Según los resultados obtenidos la calidad biológica se obtuvo baja abundancia y riqueza de familias, mientras que en el análisis fisicoquímico la calificación ICA refleja una

Resumen

This project aims to assess the current state of the conditions of water resources from the La Sierra (Villapinzón) and Yerbabuena (Ventaquemada), as well as the perception of the water quality of the community in the area of influence. In the methodology were made the technical visits for making physical-chemical, biological and bacteriological water samples and gather information through in-depth interviews and cartographic analyzes were performed; with a mixed approach aimed at studying the relationships on the 'paramo' ecosystem. According to the results the biological quality had low abundance and richness of families, while in the physicochemical analysis (ICA) rating reflects a good quality (parameter out

Recibido / Received: Abril 07 2015 Aprobado / Approved: Mayo 05 de 2015

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación científica y tecnológica terminada

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad El Bosque, Facultad de Ingeniería

Autor para comunicaciones / Author communications: Guerrero Pedraza María Alejandra, maguerrero@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

calidad buena (parámetros fuera del rango: coliformes fecales y pH) pero se evidencia alta intervención humana por el cambio del uso del suelo y así mismo se observó que la percepción acerca de los procesos ecológicos en la zona es escasa.

Palabras clave: BMWP, calidad hídrica, ICA, páramo, percepción.

of range: fecal coliforms and pH) but high human intervention is evidenced by the change land use and also it was observed that the perception of ecological processes in the area is scarce.

Keywords: BMWP, water quality, ICA, 'paramo', perception..

Introducción

El recurso hídrico es de vital importancia para el ser humano, Colombia es catalogada como una potencia hídrica debido a sus condiciones de régimen climático y sus biomas. Esta investigación realizada en el segundo semestre del año 2015 entre los departamentos de Boyacá y Cundinamarca más exactamente en los microcuencas que nacen en el páramo de Rabanal, considerado un ecosistema estratégico por diferentes servicios ecosistémicos tangibles e intangibles que presta. La función hídrica para los municipios que hacen parte del Complejo del Páramo Rabanal es de vital importancia, la Quebrada La Sierra del municipio de Villapinzón y Quebrada Yerbabuena del municipio de Ventaquemada, benefician a los pobladores cercanos y a los acueductos de la región. Debido a su importancia local el presente estudio se realizó con el fin de determinar la asociación entre el estado de degradación de las microcuencas y el grado de percepción por parte de las respectivas comunidades en las áreas de influencia.

En la actualidad, el estudio de los servicios ecosistémicos toma cada vez más relevancia. Desde los años 60's, época en la cual se reconoció la crisis ambiental y el hecho de que los recursos naturales no son ilimitados, además de la preocupación por el crecimiento poblacional que fue declarado con el Informe del Club de Roma. Para poder determinar la relación del estado actual con la percepción se tomaron varios estudios realizados que se relacionan con la investigación, ya sea por la unidad de

análisis o el estudio de los páramos andinos, con el fin de enriquecer la metodología a seguir, lo cual se ve reflejado en los resultados consecuencia del trabajo de campo que mediante los diferentes paradigmas y métodos aquí citados convergen para generar nuevo conocimiento.

Existen iniciativas por parte de las autoridades ambientales y demás instituciones para generar proyectos que mejoren la gestión ambiental del páramo, como por ejemplo el Plan de Manejo ambiental del Páramo de Rabanal, que tiene como fin conseguir la conservación de los bienes y servicios ecosistémicos de páramo, en este se plantean dos objetivos claves: el objetivo tres acerca de la gestión social del agua y el seis sobre participación, educación y comunicación; estos objetivos podrían fortalecer la participación de los actores principales en los procesos.

La población local por su parte también genera cambios en las condiciones del agua, sus actividades económicas y asentamientos alteran el medio, por esto es importante indagar si su grado de conocimiento sobre los ecosistemas y sus procesos permiten generar mejores condiciones en los cuerpos hídricos que ayuden o permitan la resiliencia de los ecosistemas como lo indica León y Castiblanco [1], el conocimiento científico y el nivel de información sobre los procesos ecológicos locales, regionales y globales son fundamentales para una adecuada valoración biofísica, como etapa previa a la valoración económica del servicio ecosistémico. Adicional a la investigación ecológica es

importante también entender y establecer el papel que desarrolla la comunidad dentro de estos procesos.

Este proyecto busca llegar a un alto grado de detalle ecológico y social en la evaluación de dos microcuencas de alta importancia: Quebrada La Sierra en el municipio de Villapinzón y la Quebrada Yerbabuena en Ventaquemada, con el fin de relacionar el estado actual de la calidad hídrica mediante una caracterización físico-química, biológica y bacteriológica y la apreciación de la comunidad que habita en el área de influencia (los actores primarios). Es importante recalcar que este trabajo en ningún momento pretende desarrollar resultados para toda la realidad colombiana, ni mucho menos asociar el grado de degradación del entorno ecológico de un ecosistema con la cosmovisión de los pobladores, al contrario está encaminado a crear conciencia entre los habitantes, el gobierno y los mismos lectores sobre el futuro del recurso hídrico. Puesto que, los resultados aquí divulgados pertenecen específicamente a estas poblaciones aquí descritas, si sirve como precedente sobre el poco acompañamiento que existe en la gestión del recurso hídrico y la gobernanza del agua.

Metodología

El diagnóstico de calidad del agua efectuada en las Quebrada Yerbabuena y en la Quebrada La Sierra se realizó en tres fases: 1) Revisión bibliográfica de estudios realizados en el Páramo de Rabanal y relacionada con el servicio ecosistémico de purificación hídrica (calidad), 2) análisis cartográfico y reconocimiento de la zona, 3) salidas de campo para la selección de puntos de muestreo y toma de muestras 4) Análisis de las muestras.

Análisis cartográfico

El análisis cartográfico se realizó por medio de un mapa a escala 1:10.000 adquirido en el IGAC. Por medio de la cartografía se determinaron características físicas de las microcuencas, se iluminaron las quebradas con sus afluentes para poder así delimitar las microcuencas, el área (medición con planímetro) y el perímetro (medición con curvímetro) de la microcuenca, la longitud del cauce principal. En las visitas de reconocimiento en campo, se ubicaron los puntos estratégicos en la cartografía para su posterior muestreo y análisis.

Selección de puntos de muestreo y toma de muestras

En la selección de puntos de muestreo, se tuvo como criterio el uso del suelo desde el nacimiento de cada microcuenca hasta la desembocadura de la misma. Seleccionando tres puntos de la microcuenca, en la parte alta, media y baja; tanto para la Quebrada La Sierra como para la Quebrada Yerbabuena.

El tipo de muestra a tomar correspondió a una muestra instantánea, porque representa las condiciones de una corriente en el momento en que esta se recolecta, siendo conveniente para analizar parámetros como oxígeno disuelto, temperatura, entre otros. La clase de muestra correspondió al muestreo manual, teniendo en cuenta que la muestra tomada fue instantánea, con acceso a algunos puntos de difícil acceso, reconociendo puntos clave para la toma de las muestras, e identificando las condiciones en el tiempo y espacio específico de la toma.

En la selección de los puntos de muestreo, los criterios para elegir la ubicación exacta de los puntos de muestreo fueron los siguientes:

Quebrada La Sierra:

Punto 1: Se contó con el acompañamiento de un lugareño que nos indicó el punto más alto con mejor accesibilidad.

Punto 2: Como criterio para este punto de muestreo se tuvo en cuenta el uso del suelo se determinó el lugar con la mayor influencia de minería de carbón y pastizales.

Punto 3: En este punto el criterio de selección teniendo en cuenta la ubicación de la desembocadura de la quebrada, asimismo cuenta con influencia de asentamientos humanos y las actividades económicas: agricultura y minería.

Quebrada Yerbabuena:

Punto1: Este punto se eligió debido a su accesibilidad, puesto que se buscaba el punto más alto al que se pudiese llegar.

Punto 2: Para seleccionar este punto se valoraron varios criterios, la vinculación de un tributario metros atrás y del mismo modo la presencia de pastizales destinados a la ganadería.

Punto 3: en este punto la quebrada llega a su desembocadura, en la zona de muestreo existe una alta actividad agrícola con la siembra de papa.

En la siguiente tabla se encuentran los puntos de referencia en cada quebrada, la altitud, y las coordenadas:

Tabla 1. Datos geográficos puntos de muestreo

Punto de referencia	Quebrada	Altitud	Coordenadas
1	La Sierra	3365 msnm	N 5°21'30" E 73°24'5"
2	La Sierra	2960 msnm	N 5° 19' 57" E 73° 23' 52"
3	La Sierra	2931 msnm	N 5° 19' 45" E 73° 23' 43"
1	Yerbabuena	3204 msnm	N 5°22'41" E 73°26'4"
2	Yerbabuena	3110 msnm	N 5°23'49" E 73°27'40"
3	Yerbabuena	3070 msnm	N 5°24' 12" E 73°27'56"

La recolección de las muestras fue tomada en dos días, en el primer día se tomaron los puntos codificados: La Sierra 1, La Sierra 2, La Sierra 3, y Yerbabuena 3; en el segundo día se tomaron los puntos codificados: Yerbabuena 1 y Yerbabuena 2.

Los recipientes usados para la recolección de las muestras, tenían ciertas características según el tipo de parámetro a analizar, de acuerdo a la guía de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

El análisis de los parámetros de: conductividad, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, y temperatura, fueron determinados in situ a partir de un multiparámetro (calibración con solución buffer de Ph:7) y un oxímetro (calibrado según la altura) previamente calibrados en campo, de las siguientes referencias:

Tabla 2. Parámetros in situ, y equipos

Parámetro	Equipo
Oxígeno Disuelto	Oxímetro YSI 55 (12ft)
pH, temperatura, conductividad	Multiparámetro YSI 63 (100ft)

Para la toma de muestras fisicoquímicas de tipo simple, previamente se homogenizó el recipiente tres veces con el agua a muestrear, posteriormente fueron tomadas por debajo de la superficie y contra corriente en la zona de umbral sin tener contacto con el sustrato del cauce, con el recipiente abierto y sumergido hasta llenarlo, evitando hojas y otros sólidos, luego se cerró, se etiquetó con la información correspondiente, y se almacenó a temperatura de 4°C en un refrigerador portátil.

En la toma de muestras microbiológicas, para el muestreo del parámetro de coliformes fecales, el recipiente fue sumergido y abierto dentro del agua, y la toma de la muestra se tomó contra corriente en zona de umbral cuidadosamente para llenar el recipiente $\frac{3}{4}$ partes con el agua muestreada, luego se cerró, se etiquetó con la información correspondiente, y se almacenó a temperatura de 4°C en un refrigerador portátil.

Mientras que para la toma de muestras biológicas, la captura de macroinvertebrados bentónicos se realizó por medio de una red Surber, primero se colocó la red Surber en una zona de umbral en la profundidad del cauce y contra corriente, luego de esto se removió el sustrato (piedra, arcilla, limo) para facilitar la entrada de los macroinvertebrados adheridos al sustrato de la quebrada; este procedimiento se repitió de 8 a 10 veces por punto. Luego se pasó el sustrato con los macroinvertebrados de la red al recipiente, se cerró, etiquetó con la información correspondiente, y se almacenó a temperatura de 4°C en un refrigerador portátil.

Además de los parámetros mencionados, en cada punto de muestreo se tomaron los datos de: coordenadas geográficas, altura, temperatura del ambiente, y características climáticas.

Análisis de las muestras

Las muestras fueron enviadas al laboratorio DAPHNIA LTDA, para el análisis de los parámetros: coliformes fecales, DBO, nitratos y fosfatos. Las muestras de macroinvertebrados bentónicos fueron analizadas por una Analista de Hidrobiología. Mientras que los parámetros de turbidez y sólidos disueltos totales se determinaron por medio del laboratorio de la Universidad El Bosque.

Cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA)

El ICA fue calculado por medio del software Water Quality Index Calculator, en el link: <http://www.water-research.net>. El cálculo se hace según el índice de calidad de agua NFS, donde se calcula el valor Qi para cada parámetro, que es el valor mejorado obtenido por medio del arreglo polinómico y luego se realiza la sumatoria sacando el valor ponderado para cada parámetro. En el análisis del puntaje obtenido para calidad del agua (ICA), se construyeron los rangos de clase según los resultados de ICA en los diferentes puntos de muestreo.

Cálculo del Índice BMWP

El índice BMWP fue calculado según los resultados de la abundancia relativa de las familias encontradas en el muestreo realizado en campo. A cada familia se le asigna un puntaje de bioindicación tomadas de [2], [3], [4]; luego de esto, se tomó la suma de los puntajes BMWP de las familias.

En el análisis del puntaje BMWP obtenido se construyeron los rangos de clase según los resultados de los puntajes en los diferentes puntos de muestreo.

Cálculo del Índice de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon fue utilizado para determinar el número de especies presentes, y la abundancia relativa de estas. Para el cálculo de la diversidad de Shannon, se utilizó la siguiente fórmula:

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

Dónde:

S= número de géneros (riqueza de géneros)

P_i= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa del género i)

n_i= Número de individuos de los géneros i

N= Número de todos los individuos de todos los géneros

En el análisis del puntaje obtenido para la biodiversidad de Shannon-Wiener se construyeron los rangos de clase según los resultados del índice de biodiversidad en los diferentes puntos de muestreo.

Método de entrevistas

Para llevar a cabo este objetivo se usó el método cualitativo mediante entrevistas a profundidad, los informantes se eligieron mediante un viaje previo a cada una de las zonas; la entrevista buscaba construir categorías para el análisis de la percepción de las comunidades en el área de influencia. A partir de las entrevistas dieron como resultado cinco aspectos claves en la investigación: historia ambiental, noción de la quebrada, S.E de purificación hídrica, relación con el entorno y el papel de las entidades gubernamentales en cada quebrada.

La historia ambiental busca recopilar como es el entorno natural y la vida socio-económica; la noción de la quebrada busca indagar en el conocimiento adquirido sobre este tipo de cuerpos hídricos, y a su vez comprender la visión específica de cada quebrada en estudio; el S.E de purificación es uno de los aspectos más importantes dentro de la investigación, puesto que se busca relacionar la percepción de la comunidad del servicio ecosistémico con los resultados obtenidos cuantitativamente, a su vez establecer el conocimiento ecológico del proceso de purificación.

Por último tenemos la relación con el entorno que busca entender la relación con el ecosistema páramo como su lugar de residencia y la relación con las entidades gubernamentales administrativas.

El análisis se realizó teniendo en cuenta el manual de “Las entrevistas en investigación Cualitativa” [5], el cual nos dio herramientas para la transcripción de las entrevistas, su respectivo análisis, para así poder convertirlo en resultados tangibles para cada una de las quebradas.

Una vez realizados los tres objetivos anteriores se determinaron los temas en los que existe más falencia o desconocimiento por parte de la comunidad, y se desarrolló por medio de la socialización del trabajo un puente para transmitir nuevo conocimiento.

Resultados

Las dos quebradas en sus tres puntos evidencia un promedio de oxígeno disuelto entre 50-55 %, mientras que los valores de coliformes fecales fueron por debajo de 2 NMP/100 mL, en el primero y segundo de La Sierra al igual que el primero y tercero de Yerbabuena; para el segundo punto de la Yerbabuena se obtuvo un total de 10 NMP/100 mL, un dato bastante elevado, pero sin lugar a dudas el valor más elevado para este parámetro se presentó en la Q. La Sierra en el último punto con 1986 NMP/100 mL.

El pH en los tres puntos de cada quebrada estuvo dentro del rango de acidez, para La Sierra oscila entre 4.14 a 6.82, siendo este último el valor de pH más alto reportado. En el caso de la Yerbabuena, los rangos de pH varían entre 4.44 y 3.30, siendo el dato posterior el menor reportado. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) para la Quebrada La Sierra alcanzo en los tres puntos un valor menor a 3 mg O₂/L, al igual que el primer punto la Quebrada Yerbabuena; por lo contrario, en los dos siguientes puntos el valor fue menor a 0.3 mg O₂/L.

La temperatura oscilo entre 8.9 y 11.5 C para las dos quebradas, los fosfatos presentaron el mismo valor para todos los puntos (menor a 0.12 mg PO₄/L); mientras que los nitratos en La Sierra presentaron el valor más alto de 0.96 NO₃/L en sus dos primeros puntos, seguido por el segundo punto de Yerbabuena con 0.72 NO₃/L, y el menor fue encontrado en el primer punto de la Yerbabuena con 0.17 NO₃/L.

Por último se presentan los valores de turbidez y sólidos disueltos totales. La turbidez en la Q. La Sierra aumenta a medida que la quebrada desciende, su valor máximo es de 301 NTU, por otra parte, la Yerbabuena presenta valores muy cercanos a 4 NTU. En cuanto al parámetro de sólidos disueltos totales (SDT), el valor mínimo es 11 y el valor máximo es 82 mg/L; encontrando valores más altos en la Quebrada Yerbabuena.

Para la determinación de la calidad del agua se utilizó el índice de calidad de agua ICANFS, como ya explicado anteriormente, se calcular los valores Qi que es ka corrección según la curva polinómica.

En la tabla 3 se presentan los valores índices NFS calculados para los tres puntos de cada quebrada. Con estos

intervalos se determinaron las clases que se tuvieron como referencia en este trabajo:

Tabla 3. Resultados ICA Q. La Sierra y Q. Yerbabuena

Quebrada	Punto	Valor ICA
La Sierra	Sierra 1	73
	Sierra 2	74
	Sierra 3	63
Yerbabuena	Yerbabuena 1	74
	Yerbabuena 2	72
	Yerbabuena 3	76

La Quebrada La Sierra presento tres intervalos de clases muy diferentes, el punto dos se clasifico en el rango más alto con un intervalo de clase I con un valor ICA de 74, esto significa que presenta uno de los estados de calidad más alta reportado para esta quebrada, seguido por el punto uno que obtuvo valor ICA 73; con rango de clase más bajo V se encuentra el punto 3. En la Q. Yerbabuena se presentaron solo dos intervalos de clase I y II, es decir que de acuerdo a los valores obtenidos en esta quebrada 74, 72 y 76 en cada punto respectivamente, el punto dos es donde la calidad de la quebrada desmejora.

La percepción se calificó en 5 aspectos teniendo en cuenta las respuestas obtenidas mediante la entrevista, así mismo se buscó que estas categorías pudieran ayudar a generar una idea de la realidad en la que desenvuelven los habitantes; en primer lugar la percepción de la historia de la microcuenca, en esta categoría se reconocen las transformaciones y cambios que puede llegar a tener la microcuenca, ambos lugares presentaron pocos cambios, uno de los más notables en la perdida de fauna en ambas quebradas, así como la desaparición de la agricultura en la microcuenca La Sierra.

En cuanto a la percepción, se investiga en la noción de la quebrada donde se indaga sobre el conocimiento del recorrido de las aguas que nacen en esta quebrada, también se examinan los usos que se le dan al recurso hídrico entre otros. Ligado a la quebrada está el estado de calidad, si lo reconocen y que creen que necesita para que este tenga lugar. En estas se tuvieron resultados

contrarios, el conocimiento en algunos aspectos como el recorrido de la quebrada y los procesos ecológicos que realiza el sistema acuático son un poco mejor comprendido por los habitantes de La Sierra.

Por último están los aspectos de relación con el entorno y la percepción de las entidades gubernamentales, en la relación una de las preguntas más importantes fue “¿Qué tan lejos estamos del páramo en este momento?”, para los pobladores de ambas quebradas el páramo se encuentra kms arriba de sus predios. Otro punto en el que indagamos fue los medios de comunicación y la relación con el conocimiento adquirido por los habitantes. En cuanto a las entidades gubernamentales no sienten que este teniendo una buena gestión, seguido a eso en la microcuenca Yerbabuena no reconoce el papel de la corporación autónoma regional.

La relación de la calidad con la percepción se realizó para cada quebrada examinando tres aspectos: agua para abastecimiento, no solo para consumo humano si no también los otros usos domésticos según lo expresado por los pobladores, como otra categoría está el uso del recurso hídrico en diferentes actividades económicas y por último la calidad relacionada con la posible intervención de procesos ecológicos.

Establecer una relación entre datos cualitativos y cuantitativos es un ejercicio enriquecedor para este trabajo, la mayoría de entrevistados de ambas quebradas creen estar coexistiendo de buena forma con el ecosistema de páramo, aseguran que las actividades que llevan acabo no tienen ninguna afectación sobre este. En la Q. Yerbabuena se identificó una recuperación del puntaje del ICA del punto 2 al punto 3, que podría demostrar que existen procesos ecológicos de regulación, debido a los datos con los que contamos creemos que existe un proceso de depuración (Coliformes fecales).

Socialización

Quebrada La Sierra

En la microcuenca La Sierra la percepción fue aceptable, sin embargo, se hace notable que las personas entrevistadas en general no conocen a profundidad acerca de la vegetación nativa que existe en los bosques altoandinos,

pero reconocen que las especies exóticas introducidas como el eucalipto, el pino, el urapan, y la acacia tienen un efecto negativo en la relación agua-suelo. En cuanto a la percepción espacial, los habitantes entrevistados señalan que el páramo se encuentra kilómetros arriba de donde se localizan sus predios.

A través de los resultados de las entrevistas, se identificaron tres temas puntuales para ser expuestos:

1. Exposición de los resultados de la calidad del agua según los posibles usos
2. Importancia del recurso hídrico
 - a. Ciclo del agua
 - b. Cuidados básicos de la quebrada
3. El suelo, la vegetación y su relación con el S.E de calidad hídrica.

Quebrada Yerbabuena:

En la Microcuenca Yerbabuena se identificaron algunos puntos importantes en los cuales no hay conocimiento o existen falencias: para los pobladores de la microcuenca su vida cotidiana se desarrolla muy lejos del ecosistema de páramo (kilómetros arriba en Laguna verde). El agua que corre por la quebrada la perciben como una posible fuente de abastecimiento, no existe un conocimiento claro de los componentes que conforman la ecología de la quebrada ni los procesos que pueden tener lugar en este, no tienen muy claro cuál es la visión, misión y deberes de la corporación Corpochivor; a su vez no tienen tampoco una idea de sus deberes y derechos como ciudadanos.

1. Exposición de los resultados de calidad del agua.
2. Condiciones básicas para el agua de consumo.
3. Importancia de conservar la vegetación nativa, y la relación con los suelos y el agua.
4. Funciones de la corporación autónoma regional.

Estos tres temas principales se esperaban abordar de forma didáctica por medio de dibujos y explicaciones muy cortas que les permitan entender rápidamente.

Se presentó un desinterés en las últimas semanas por parte de los habitantes de la microcuenca, puesto que existen rumores de desalojo por parte de la Corporación Corpochivor que impide que nuestro trabajo sea acogido por la comunidad, ya que posiblemente especulan que

los resultados aquí expuestos los podría perjudicar de alguna forma. Como autoras de este proyecto nos encontramos muy agradecidas con la comunidad de la microcuenca Yerbabuena por la información brindada y la ayuda recibida y esperamos que en algún momento podamos presentar nuestro trabajo.

Conclusiones

En cuanto a los resultados cuantitativos, en las muestras biológicas se concluyó que la calidad biológica obtenida por medio del método BMWP para las dos quebradas presento inconsistencias, debido a la baja abundancia y riqueza de las familias en ambas quebradas, especialmente la Q. La Sierra; no se pudo establecer las relaciones causales de este hecho, se presume que pudo ser un error metodológico en el protocolo de muestro o bien un parámetro externo al alcance de este estudio. Además de esto, se esperaban encontrar mayor abundancia de las familias de macroinvertebrados bentónicos indicadores de excelente calidad del agua, como: tricoptera, ephemeroptera, y plecópetera. En las dos quebradas únicamente se evidencia la familia trichoptera.

En segundo lugar, los parámetros fisicoquímicos analizados a través de la calificación del ICA reflejan que el estado del agua en las dos quebradas es buena para casi todos los puntos muestreados, a pesar del resultado obtenido se evidencia que el páramo presenta perturbaciones en las condiciones naturales debido al cambio del uso del suelo; esto se puede evidenciar en algunos parámetros que se encuentran fuera del rango reportado para aguas superficiales de alta montaña como pH y coliformes fecales.

Con respecto a los resultados cualitativos, la percepción de los temas indagados en este estudio es baja en ambas microcuencas, según la información interpretada puede tener origen en el escaso conocimiento de los procesos ecológicos que tienen lugar en su entorno. Asimismo la relación con las autoridades ambientales y el gobierno no es buena y en general perciben que la gestión es negativa e injusta.

Por otra parte, establecer una relación entre la calidad y la percepción no es tarea sencilla, puesto que como se indicó al inicio de este trabajo los paradigmas que apoyan estas unidades de análisis son totalmente contrarias; al concluir este estudio no pudimos establecer una relación directa entre la calidad y la percepción para el caso puntual de estas dos quebradas, la percepción por sí sola no puede generar grandes cambios en la calidad, se cree que el desarrollo de un mayor compromiso con el entorno sería la clave.

Por último se puede señalar que en los índices usados en este trabajo (BMWP, SHANNON e ICA) no permiten establecer la presencia de metales pesados, dureza, ni otros compuestos resultados de actividades antrópicas tales como la minería y agricultura; estos agentes podrían afectar el desarrollo de las comunidades biológicas.

Referencias

- [1] León, N. Castiblanco, C. (2012). Instrumentos económicos y pagos por servicios ambientales. Memorias congreso instrumentos económicos. (18-27). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- [2] Liévano León, A., & Ospina Torres, R. (2007). *Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río bahamón*. Bogotá: Universidad El Bosque; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- [3] Roldán, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 23(88). 375-387.
- [4] Environment Agency. (2007). Revision and testing of BMWP Scores. Disponible en línea: <http://www.sniffer.org.uk/files/1513/4183/8007/WFD72a.pdf>.
- [5] Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Ediciones Morata, S. L.

Las Autoras



María Alejandra Guerrero Pedraza

Profesional de ingeniería ambiental. Investigación en semillero de Desarrollo Rural Sostenible, énfasis investigativo en calidad del agua y estudio cualitativo de comunidades. Diplomado en Agricultura Ecológica y Biología del suelo y Evaluación Impacto Ambiental, María A. Guerrero Pedraza.



Melissa E. Herrera Mejía

Ingeniera ambiental egresada de la universidad del bosque, integrante del semillero de desarrollo rural sostenible. Actual voluntaria de la KPC, temas de interés agricultura sostenible, sistemas de riego, conservación de los ecosistemas y economías sostenibles.

