

Determinación del estado de conservación del Páramo de Tatamá a partir de la calidad del agua de diferentes tipos de fuentes hídricas, localizadas en su vertiente occidental, Chocó, Colombia

Determining conservation status of the Tatamá Moorland based on water quality of different types of water sources, located on the western slope, Chocó, Colombia

Lady Vargas Porras*

Resumen

Con el objeto de determinar el estado de conservación del Páramo de Tatamá a partir del análisis de la calidad del agua de diferentes tipos de fuentes hídricas localizadas en su vertiente occidental, así como evaluar la calidad de este recurso para el abastecimiento humano y el hábitat de diversidad biológica, se realizaron dos muestreos con mediciones in situ de parámetros fisicoquímicos durante el mes octubre. Mediante recorridos se seleccionaron tres fuentes hídricas (2 lénticas, 1 lótica) donde se distribuyeron 8 puntos de medición de oxígeno disuelto, pH, temperatura, sulfatos y conductividad. Se realizaron comparaciones de los parámetros fisicoquímicos medidos con estándares de calidad para preservación de la biota acuática y consumo humano. Asimismo, los resultados se relacionaron con las observaciones realizadas en campo, para hacer inferencias acerca de la dinámica hídrica, biológica y el papel que juega el recurso hídrico del ecosistema en el desarrollo de las comunidades de su área de influencia. Se encontró que el pH osciló entre 6 y 6.2, la conductividad, entre 7.4 y 13.3 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y los niveles de oxígeno disuelto (OD) obtenidos indicaron aguas muy oxigenadas y limpias con valores entre 4 y 7.4 mg/l. Los resultados permitieron corroborar el buen estado de conservación del Páramo del Tatamá a nivel hídrico y sugirió el buen funcionamiento de las estrategias de conservación que lo protegen, así como la necesidad de un permanente control de estas herramientas para continuar garantizando la existencia de una fábrica y reserva de agua que soporta la vida de muchas comunidades y cumple además funciones biológicas de gran importancia.

Palabras clave: Páramo de Tatamá; Agua; Calidad del agua; Variables fisicoquímicas; Estado de conservación.

Abstract

Because to determine the conservation status of Tatamá Moorland based on analysis of the quality of the water of different types of water sources located in his western slope, as well as to evaluate the quality of the above mentioned resource for the human supply and the habitat of biological diversity, two samplings were realized by measurements in situ of physicochemical parameters during the month in October. By means of tours there were selected three water sources (2 lénticas, 1 lótica) in which there were distributed 8 points of measurement of oxygen disuelt, pH, temperature, sulfates and conductivity. There were realized comparisons of the physicochemical parameters measured up to quality standards for preservation of the aquatic biota and human

* Ingeniera Ambiental, Especialista en Manejo de Recursos Hídricos. Investigadora de Proyectos Especiales, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Quibdó, Colombia.
e-mail: lvargas@iiap.org.co
Recibido: 8 de marzo de 2012
Aceptado: 27 de abril de 2012

consumption. Likewise, the results related to the observations realized in field, to do inferences it brings over of the water, biological dynamics, and the paper that plays the water resource of the ecosystem in the development of the communities of his area of influence. One thought that the pH ranged between 6 and 6.2, the conductivity, between 7.4 and 13.3 $\mu\text{s}/\text{cm}$ and the levels of obtained dissolved oxygen (OD), they indicated very become oxygenated, and clean waters, with values between 4 and 7.4 mg/l. The results allowed to corroborate the good condition of conservation of the high plateau of the Tatamá to water level and it suggested the good functioning of the strategies of conservation that protect it, as well as the need of a permanent control of the above mentioned tools to continue guaranteeing his existence of a factory and water reservation that supports the life of many communities and fulfills in addition biological functions of great importance.

Keywords: *Tatamá Moorland; Water; Quality of the water; Physicochemical variables.*

Introducción

Los ecosistemas de páramo se caracterizan por su gran capacidad de captar y almacenar agua (Rangel, 2000), lo que los convierte en el principal aportante del recurso que se consume tanto en Colombia como en la región del Chocó Biogeográfico, porque la mayor parte de los ríos utilizados para abastecimiento de agua potable, transporte y fuente de recursos hidrobiológicos alimenticios, tienen su origen en estos ecosistemas. Estos nacimientos son importantes además para el funcionamiento de los sistemas de rivera y presentan la mayoría de las propiedades estructurales y funcionales de los sistemas lóticos de mayor orden (Grubaugh *et al.*, 1997). Específicamente en el Páramo de Tatamá, localizado entre los departamentos Chocó y Risaralda, nacen los ríos Mapa, Negro, Tatamá, Taibá, Claro, Bravo, Tarena, Condotico, Tamaná e Ingará, que abastecen de agua y múltiples servicios ambientales a las comunidades asentadas en los municipios de Apia, Pueblo Rico, Santuario y San José del Palmar entre otros. Lo anterior denota la importancia hídrica que tiene este ecosistema, de ahí que se encuentre protegido mediante la figura de conservación de parque nacional natural, el cual incluye dentro de su zona intangible las áreas de nacimiento de los ríos mencionados.

Este ecosistema ha sido declarado como área protegida constituyéndose desde 1986 en El Parque Nacional Natural Tatamá, cuya importancia tiene que ver por un lado con su ubicación estratégica en lo que se conoce como sector central de la cordillera occidental, y por el otro con su excelente estado de conservación, lo que le confiere características de gran importancia como área conectora de hábitat cuya per-

manencia garantiza la funcionalidad de corredores necesaria para el desplazamiento de individuos y conexión de poblaciones de los distintos organismos propios de estos ecosistemas, procedentes de las tierras bajas de selvas húmedas del Chocó y las selvas andinas sobre la cordillera occidental. Por su ubicación central es pieza clave en el sistema de corredores del Parque Nacional Natural (PNN) Orquídeas-Citará-Caramanta-PNN Tatamá-Serranía de Los Paraguas, indispensable para el mantenimiento de los procesos evolutivos regionales expresados en algunos endemismos y distribuciones restringidas de flora. Además, constituye una estrella hidrográfica, con ríos que alimentan las vertientes de los ríos San Juan y Cauca, en cuya máxima altura se encuentra uno de los tres páramos totalmente vírgenes del país (PNNC, 2007).

En este contexto, caracterizar y evaluar de manera permanente el estado de los recursos que son objeto de protección en el ecosistema como el recurso hídrico, constituye una herramienta de ampliación del conocimiento, que permite además establecer el cumplimiento de los objetivos de conservación y detectar posibles disturbios que afectan los valores naturales del lugar, permitiendo la toma de decisiones en relación con ello. De acuerdo con esto, se realizó una evaluación de la calidad del agua del Páramo de Tatamá a nivel lótico y léntico, tomando una muestra de su gran cantidad de fuentes hídricas, la cual estuvo conformada por la Laguna Verde, el Valle de las Lagunas y el nacimiento del río Ingará, localizados en la vertiente occidental del páramo, correspondiente a territorio del departamento del Chocó. Esta información que permitió el análisis del comportamiento de parámetros fisicoquímicos que dieran cuenta del estado del recurso tanto para usos humanos como ecosistémicos. El presente estudio buscó determinar el estado y la composición fisicoquímica actual del agua de fuentes hídricas localizadas en la vertiente occidental del Páramo de Tatamá, así como evaluar la calidad del agua para uso humano y hábitat de diversidad biológica, como una herramienta de conocimiento del ecosistema y sus recursos.

Área de estudio. El Páramo de Tatamá tiene un área de 51,900 hectáreas. Se encuentra localizado en la parte meridional de la cordillera occidental de Colombia, entre las fosas tectónicas del río Cauca al oriente y del San Juan al occidente, área de confluencia de los municipios de Pueblo Rico, Apía, Santuario y La Celia en el Departamento de Risaralda, El Águila en el Valle del Cauca y San José del Palmar, Novita, Condoto, Tadó y Santa Rita de Iró en el Departamento del Chocó. El área protegida comprende alturas que van de los 2,000 a los 4,250 msnm, registrándose esta última en la cima del Cerro Tatamá (PNNC, 2007).

Las fuentes hídricas que constituyeron el área de muestreo estuvieron representadas por dos cuerpos de agua lénticos, denominados el Valle de las Lagunas ($5^{\circ}8'0.1''$ N $76^{\circ}41'$

11.6''S, y 3560 msnm) y Laguna Verde (5°8'5.2''N76° 4.0'11.8''S y 3558 snm), pertenecientes a la vertiente occidental del páramo, zona correspondiente al departamento del Chocó. Estos sistemas hídricos se caracterizaron por ser espejos de gran tamaño y profundidad, rodeados de terreno fangoso que dificulta su acceso, localizados en zonas bajas del ecosistema, con aguas claras y vegetación circundante. Además, se incluyó una zona de aguas lóaticas que hacen parte del origen del río Ingará, la cual se genera por la distribución natural del agua que por escorrentía viene de las zonas montañosas, y recorren el terreno en diferentes direcciones formando pequeñas quebradas o arroyos que se conectan con las lagunas y que luego dan origen a dicho río (Figura 1).

Métodos

Se realizaron dos muestreos con mediciones *in situ* de parámetros fisicoquímicos durante el mes octubre que coincidió con una época seca de la zona. Mediante recorridos por el área se seleccionaron tres fuentes hídricas donde se distribuyeron 8 puntos de muestreo (Tabla 1, Figura 2).

Las mediciones se realizaron con un colorímetro portátil

HACH 850, que arrojo concentraciones de oxígeno disuelto, pH, temperatura, sulfatos y conductividad. Adicionalmente se utilizó un GPS para la georeferenciación de cada punto (Figura 3).

Para el análisis de la información obtenida y determinar el estado o calidad del recurso hídrico en el ecosistema de estudio, se realizaron comparaciones de los parámetros fisicoquímicos medidos con estándares nacionales e internacionales de calidad de agua para la preservación de la biota acuática y consumo humano. Asimismo, los resultados se relacionaron con las observaciones realizadas en campo y los datos obtenidos en los componentes biológicos, para hacer inferencias acerca de la dinámica hídrica, biológica y el papel que juega en el desarrollo de las comunidades de su área de influencia.

Resultados

Caracterización fisicoquímica y análisis de la calidad del agua. Los resultados promedio obtenidos para las características fisicoquímicas del agua en los puntos de muestreo seleccionados se muestran en la Tabla 2.



Figura 1. A. Valle de las Lagunas. B. Laguna Verde. C. Corrientes lóaticas interconectadas. D. Río Ingará

Tabla 1
Distribución y localización de puntos de muestreo

Punto	Descripción	Coordenadas	Altura
1	Valle de las Lagunas	5°8'0.1" – 76°41'11.6"	3560
2	Valle de las Lagunas	5°8'0.4" – 76°40'11.2"	3560
3	Valle de las Lagunas	5°8'0.4" – 76°39'11.6"	3560
4	Laguna Verde	5°8'5.2" – 76°4.0'11.8"	3558
5	Río Ingará	5°7.26.2" – 76°4.0'12.4"	3513
6	Río Ingará	5°7'26" – 76°4.0'12.3"	3513
7	Río Ingará	5°7'26.1" – 76°4.0'12.5"	3515
8	Río Ingará	5°7'5.25.9" – 76°4.0'12.6"	3515

Tabla 2
Valores promedio de las variables fisicoquímicas analizadas en fuentes hídricas del Páramo de Tatamá

Punto	Descripción	Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Temperatura °C	Sulfatos (mg/l)	Turbiedad (FAU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	pH	Hora de muestreo
1	Valle de las Lagunas	8.74	16.1	0	7	4.2	6.1	10:10 am
2	Valle de las Lagunas	7.4	16.1	0	0	4.1	6.2	10:50 am
3	Valle de las Lagunas	7.0	16.2	0	0	4.5	6.2	11:10 am
4	Laguna Verde	13.3	18.4	0	2	4	6	12:25 pm
5	Río Ingará	10.56	10.9	0	5	7.2	6	10:00 am
6	Río Ingará	10.54	11.5	0	2	7.4	6	10:20 am
7	Río Ingará	10.53	11	0	6	7.3	6	10:45 am
8	Río Ingará	10.37	11.6	0	4	7.4	6	11:10 am

Los resultados obtenidos muestran aguas con patrones fisicoquímicos muy similares tanto para aguas lóxicas como lénticas, lo que junto con las observaciones realizadas durante los recorridos permiten corroborar que el flujo hídrico de la vertiente muestreada del Páramo de Tatamá, se encuentra interconectado a través de todo el terreno, es decir, toda el agua captada en la zonas altas se distribuye por escorrentía en diferentes direcciones formando corrientes de agua superficiales, que en las zonas planas se convierten en lagunas o humedales que dan origen a grandes ríos como el Ingará, de ahí que el comportamiento de las variables fisicoquímicas medidas sea similar independientemente de su tipología. Esta situación impidió localizar un punto único de nacimiento porque tanto las corrientes lóxicas como las lagunas muestreadas conectan y confluyen a este río (Figura 4).

Se encontró que el pH osciló entre 6 y 6.2 para todos los puntos, localizándose dentro del rango normal para aguas naturales que soportan vida acuática; las turbiedades fueron bajas manteniéndose entre 0 y 7 unidades, indicando poca o

nula presencia de material disuelto o suspendido en el agua, condición lógica si se tienen en cuenta la dificultad de acceso a la zona y la escasa presencia de actividades antrópicas que puedan generar aportes contaminantes. De ahí las concentraciones nulas de sulfatos, que según la OMS (2003) generalmente son aportados por residuos industriales de fertilizantes, pesticidas, colorantes, jabón, papel, vidrio o fármacos, los cuales son inexistentes en la zona.

Para el caso de la conductividad, se obtuvieron valores que oscilaron entre 7.4 y 13.3 $\mu\text{s}/\text{cm}$, la cual estaría asociada con el aporte natural de sales del suelo y materiales provenientes de la vegetación circundante. Los valores más altos se registraron para los puntos de muestreo de aguas lóxicas, debido a que en ellas se generan mayor arrastre de sustancias presentes en el ambiente. Aunque en la Laguna Verde se registró una de las mayores concentraciones, debido posiblemente a incrementos generados por su menor tamaño en comparación con el Valle de las Lagunas, por diferencias de sustrato o presencia de especies vegetales con mayor aporte

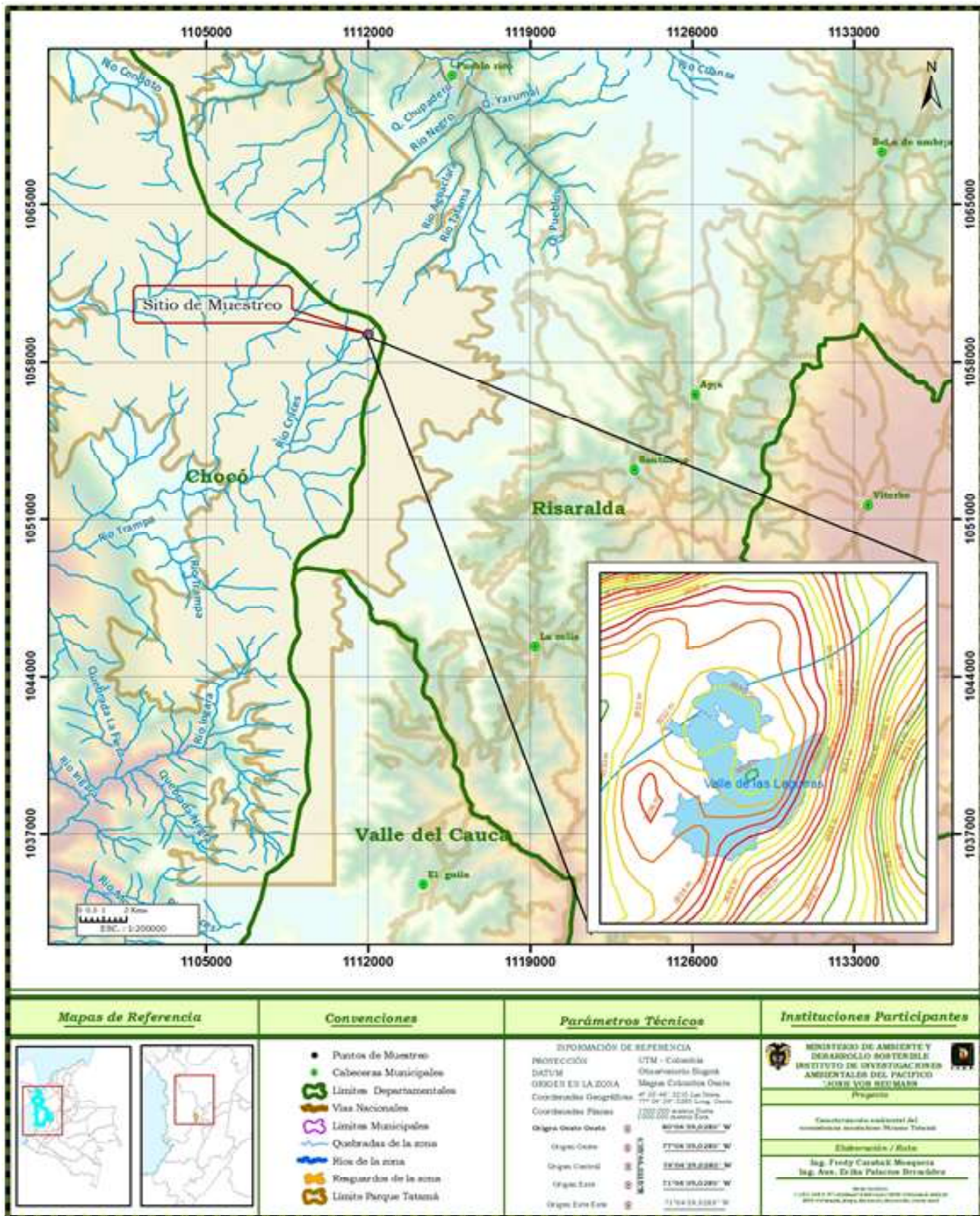


Figura 2. Localización de puntos de muestreo de parámetros fisicoquímicos



Figura 3. A. Mediciones *in situ* en el Valle de las Lagunas. B. Mediciones *in situ* en fuentes lólicas

de material al agua.

Los niveles de OD obtenidos, indican aguas muy oxigenadas, muy limpias, con baja presencia de materiales que puedan consumir este elemento, lo cual se ve favorecido por el flujo continuo de agua a través de todo el ecosistema, que se encarga de depurarla de manera constante, por las bajas temperaturas que facilitan su disolución y por la falta de agentes contaminantes en la zona. Los valores oscilaron entre 4 y 7.4 mg/l presentando las concentraciones más bajas en las lagunas, cuya estanqueidad es mayor y donde se llevan a cabo procesos biológicos consumidores de oxígeno.

Los resultados obtenidos son muy similares a datos reportados por Castellanos y Serrato (2008) para fuentes hídricas que se originan en ecosistemas de páramo de otra zonas (registrando para el nacimiento del río Mortiño en el Páramo de Santurbán, rangos de oxígeno disuelto entre 4 y 7.1 mg/l, pH con variaciones entre 6.1 y 7 unidades y conductividades cercanas a 14.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que le permitió indicar que la fuente presenta condiciones típicas de sistemas lólicas de aguas frías y poco intervenidas antrópicamente. Del mismo modo, Gonzáles y Lozano (2004), encontraron que para el nacimiento de la quebrada Las Delicias localiza-

da en el cerro de la Cruz (3,280 msnm), la calidad del agua presentó niveles de turbiedad de 2 FAU y 6.4 mg/l de oxígeno disuelto, indicando aguas de buena calidad, apta para uso doméstico y para el desarrollo de la vida acuática.

Los resultados y comparaciones anteriores, permiten corroborar el buen estado de conservación del Páramo de Tatamá a nivel hídrico y sugiere el buen funcionamiento de las estrategias de conservación que lo protegen, así como la necesidad de un permanente control de estas herramientas para continuar garantizando la existencia de una fábrica y reserva de agua que soporta la vida de muchas comunidades y cumple además funciones biológicas de gran importancia.

Calidad del agua para conservación de biota acuática.

Al comparar con estándares de calidad de agua para conservación de biota acuática, los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados para el sistema hídrico del Páramo de Tatamá, se puede concluir que para variables como sulfatos, oxígeno disuelto y pH, todos los registros se encuentran dentro de los rangos normales que garantizan el desarrollo de las especies y sus procesos biológicos (Tabla 3), resultado que obedece al nivel de conservación presentado por el ecosistema.

Tabla 3
Comparación de la calidad del agua del Páramo de Tatamá con estándares de conservación de vida acuática

Pais	Parámetro	Valor aceptable	Sistema hídrico Tatamá
Panamá (Cooke <i>et al.</i> , 2001)	Sulfatos	no debe superar 500 mg/l	
	Oxígeno disuelto	4-5 mg/l	Oxígeno disuelto: 4 a 7.4 mg/l
Colombia (Decreto 1594 de 1984)	pH	6.5-9.0	pH: 6 a 6.2
	pH	6.5-8.5	Sulfatos : 0 mg/l
Argentina (Carrizo 2008)	pH	6-9.0	



Figura 4. Distribución y comportamiento del agua en el Páramo de Tatamá

Adicionalmente, el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2000), indica que aguas con concentraciones de oxígeno disuelto mayores o iguales a 4 mg/l, niveles de turbiedad menores a 2 UNT (o FAU) y pH entre 6 y 8.5 unidades, como es el caso de las evaluadas en Tatamá, son fuentes hídricas con bajos grados de polución y muy aceptables para el consumo humano, indicando que para ello solo se requiere tratamiento de desinfección, situación que corrobora la importancia de conservación de este ecosistema que además de contener agua capaz de albergar una diversidad biológica muy específica, constituye una reserva hídrica con las condiciones adecuadas y de mínimo tratamiento para el abastecimiento de muchas comunidades.

En este sentido, continuar con el diseño de estrategias que propendan por la conservación del ecosistema y fortalecer las herramientas existentes, es de vital importancia para garantizar su conocimiento y la preservación en el tiempo de todos los bienes y servicios ambientales que genera, siendo el recurso hídrico quizás uno de los más importantes.

Conclusiones

La calidad de las fuentes hídricas del Páramo de Tatamá se caracterizan por presentar excelentes condiciones que permiten que el recurso pueda ser destinado tanto para conservación de biota acuática como para abastecimiento humano, convirtiendo al ecosistema en una reserva hídrica importante para la región, que por sus condiciones físicas, biológicas y ecosistémicas particulares constituyen un claro objeto de conservación y de estudio permanente. La dinámica hídrica en el Páramo de Tatamá está relacionada con características del área como la topografía del terreno, la geología de la zona, la temperatura, la distribución de la vegetación y la inexistencia de agentes antrópicos, haciendo

que los cuerpos de agua estén localizados de acuerdo con el comportamiento combinado de estas variables y que gran parte del terreno se encuentre regado por muchas ramificaciones hídricas de muy buena calidad ambiental, que originan las cuencas hídricas que abastecen a importantes comunidades.

Literatura citada

- Carrizo R. 2008. Lineamientos y metodología a aplicar para la definición de «presupuestos mínimos» en materia de control de la contaminación hídrica. Situación Ambiental de Argentina PROGRAMA PRODIA, 2008. Ciudad y quién publica (editorial no la imprenta)
- Castellanos, P. M., C. Serrato. 2008. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Rev Acad Colomb Cienc.* 32 (122): 79-86, 2008. Cooke R., J. Griggs, L. Sánchez, C. Díaz, D. Carvajal. 2001. Recopilación y presentación de datos de recursos ambientales y culturales en la región occidental de la cuenca del Canal de Panamá. Vol 4. *Calidad ambiental*. Informe final de la región occidental de la Cuenca del Canal. Consorcio TLBG UP STRI, Panamá. Ciudad y quién publica (editorial no la imprenta)
- González, L., L. Lozano. 2004. Bioindicadores como herramienta de evaluación de la calidad ambiental en la parte alta de la microcuenca Las Delicias. *Umbral Científico.* 5; 73-82.
- Grubaugh, J.W., V. Wallace, E.S. Houston. 1997. Production of benthic macroinvertebrate communities along a Southern Appalachian River continuum. *Freshw Biol.* 37(3): 581-96.
- Ministerio de Agricultura. Decreto 1594 de 1984. *Usos del agua y residuos líquidos*. Bogotá: Ministerio de Agricultura.
- Ministerio de Desarrollo Económico. 2000. *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS)*. Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico. 158 pp.
- OMS. 2003. *Sulfate in drinking-water*. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra: WHO/SDE/WSH/03.04/114.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC). 2007. *Plan de manejo 2007-2011 Parque Nacional Natural Tatamá*. Resumen ejecutivo. Medellín: PNNC, Dirección Territorial Noroccidente Medellín 29 pp.
- Rangel, O. 2000. Clima en Colombia. Colombia Diversidad Biótica III. *La región de vida paramuna*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Investigación en Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». 902 pp.