

Adaptación de las comunidades de la provincia de Imbabura en Ecuador ante los conflictos por el agua, cuenca hidrográfica La Marquesa- Cotacachi, 2009-2019

Byron David Andrade Andrade*

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)- Ecuador

*Autor para correspondencia: byronandradee@hotmail.com

Recibido: 2022/05/3 Aprobado: 2022/09/27

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.813>

RESUMEN

En la provincia de Imbabura, la tasa de cobertura de agua es del 75 % para todos sus cantones; sus usos más importantes son en la agricultura y el consumo humano del agua. El objetivo del estudio fue realizar un análisis participativo de la evolución del consumo de agua, los factores que lo explican y la factibilidad de las medidas de adaptación por parte de las comunidades de la cuenca La Marquesa, en el cantón Cotacachi. El estudio tiene un enfoque mixto, desarrollado en 3 etapas: 1) evolución del consumo de agua en la naciente de la cuenca hidrográfica La Marquesa; 2) los factores que afectan al consumo de agua y las nacientes en la cuenca, y 3) la priorización de medidas de adaptación a efectuarse en la cuenca hidrográfica La Marquesa. Los resultados nos llevan a identificar que existen cuatro meses donde se genera mayor consumo de agua (junio, agosto, septiembre y diciembre); las causas que influyen en el aumento del volumen de consumo de agua son la elaboración de la chicha de jora, fiestas de la ciudad, distintas dinámicas sociales, los baños rituales y el periodo de vacaciones. Las medidas de adaptación priorizadas conjuntamente con los líderes comunitarios fueron: a) siembra de plantas; b) campañas de concienciación ambiental a colegios y comunidades; c) construcción de baños secos y plantas de tratamiento; d) aplicación de técnicas de cosecha del agua, y e) construcción del parque del agua. Obtuvieron mayor valoración la siembra de plantas nativas y la educación ambiental a colegios y comunidades.

Palabras clave: conflictos por el agua, consumo de agua, cuenca hidrográfica La Marquesa, adaptación de las comunidades por el agua, educación ambiental

ABSTRACT

Imbabura's province, the water coverage rate is 75% for all its cantons, its most important uses are in agriculture and human consumption of water. The study's objective was to carry out a participatory analysis of the evolution of water consumption, the factors that explain it and the feasibility of the adaptation measures by the communities of the Marquesa watershed in the Cotacachi canton. The study has a mixed approach, developed in third stages: first, the evolution of water consumption in the headwaters Marquesa's watershed; second, the factors affecting water consumption and the headwaters in the watershed and third, the prioritization of adaptation measures to be carried out in the Marquesa's watershed. The first results were: there are four months where greater water consumption is generated: June, August, September and December; the causes identified that influence the increase in the volume of consumption are the elaboration of chicha de jora, city festivities, different social dynamics, ritual baths, and the vacation period; the adaptation measures prioritized jointly with the community leaders were: (a) planting of plants; (b) environmental awareness campaigns to schools, and communities; (c) construction of dry toilets and treatment plants, (d) application of water harvesting techniques, and (e) water's park construction. The planting of native plants and environmental education in high schools and communities were more highly valued.

Keywords: water's conflicts, water's consumption, La Marquesa's watershed, community adaptation for water, environmental education

Byron Andrade  orcid.org/0000-0001-6144-0630



INTRODUCCIÓN

El rápido cambio socioambiental que experimentan las zonas urbanas y sus alrededores y el aumento de la concentración de la población en las ciudades a nivel mundial, que, según Turbay et al. (2014), para 2050 se estima llegará a un 66 %, generan impactos ambientales. Por lo tanto, se hace necesario tener conocimientos de los procesos de modificación en estas áreas en sus dimensiones sociales, ecológicas, económicas, culturales, institucionales y políticas. En la actualidad, uno de los problemas es la gestión del agua, no solo por las fuertes desigualdades que impone su distribución geográfica, tanto en el tiempo como en el espacio, sino, sobre todo, por las decisiones políticas y económicas que determinan el vínculo social con este recurso, su papel en la compleja relación sociedad-naturaleza y en las interacciones de poder, que atraviesa la gobernanza hídrica en su ciclo hidro-social-ecológico, los cuales intentan repensar los escenarios hídricos para comprender las relaciones con la apropiación, el suministro y el uso del agua.

La circulación del líquido vital es un proceso social y físico combinado, un flujo híbrido socio-natural de manera inseparable; la circulación del recurso hídrico es entendido como los flujos de agua, de capital y de poder que están materialmente unidos, donde se evidencian procesos políticos, económicos, sociales y ecológicos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012). Los flujos de agua en el subsuelo y la superficie terrestre son afectados por la actividad humana, el agua circula dentro de un ciclo hidrosocial (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012). Molina et al. (2018) consideran que el recurso es manipulado a través de factores como obras hidráulicas, legislaciones, instituciones, prácticas culturales y significados simbólicos.

La escasez de recursos hídricos en las cuencas de los ríos del mundo es causada por diversos problemas con el crecimiento de la población, la migración, el desarrollo económico, la urbanización, los cambios en la geomorfología y el medio ambiente natural o humano. También se debe al daño a los ecosistemas acuáticos, debido a los caudales de los ríos, temperatura, aumento de sedimentos y nutrientes y diversos contaminantes de origen químico, que son peligrosos para la sostenibilidad del recurso, y ocasionan que disminuya el suministro de agua o aumente el consumo a nivel general (Ordóñez, 2011).

Francés y Bussib (2014) señalan que los modelos de hidrología y gestión del agua cubren diferentes escenarios de uso en la cuenca, las características del régimen fluvial, la temperatura y la precipitación, que son elementales en el uso del agua y su aplicación en diversos campos agrícolas y ecosistémicos. Además, establecen lineamientos en el ordenamiento territorial, con base en los cambios económicos, sociales y ambientales, donde se vincule la acción conjunta entre gobiernos locales, representantes y líderes comunitarios, para poder asegurar temas de protección de los recursos hídricos y ecosistemas (Unesco, 2007).

Las influencias humanas y naturales han contaminado la cuenca, afectando la estructura y función de los ecosistemas. Barrios, Escobar y Salinas (2012) y Ruiz et al. (2016) destacan la importancia de establecer impuestos verdes para uso agrícola y de consumo, promoviendo la gestión integrada y sostenible de los recursos, con el fin de preservar los elementos esenciales y funcionales de los hábitats terrestres y acuáticos que aportan bienes y servicios a la sociedad.

En América Latina y el Caribe, el agua es abundante, hay 22 000 m³ per cápita/año. Su máximo consumo corresponde a la agricultura y al uso antrópico, que equivale al 70 % del recurso hídrico. En los Andes

tropicales, los efectos del cambio climático, como la intensificación de las nubes, el aumento de la temperatura y el estrés hídrico, son amenazas a nivel local, al igual que la tala de bosques, la infraestructura, los flujos de contaminación del agua, los incendios forestales, la caza, la introducción de especies exóticas y la deforestación. Como consecuencia de ellos se obtienen ecosistemas frágiles que conducen a que se reduzca el total del caudal (Cuesta, 2017).

El marco legal de Ecuador es jerárquico: a la Constitución de la República (*Registro Oficial n.º 449, 2008*) le siguen leyes, reglamentos, acuerdos y convenios que ayudan a sustentar las medidas propuestas. Además, permiten tener un fundamento jurídico, a partir de diversos artículos que tratan de los derechos de cuidado y protección del agua y los ecosistemas, así como del proceso de mitigación del aumento del volumen de consumo y de adecuación de la población a las actividades de abastecimiento del agua como servicio al ecosistema. Se tiene como objetivo establecer lineamientos para el uso de este líquido vital, para su aprovechamiento, extracción y los diversos factores que inciden en la magnitud de las nacientes de fuentes de agua.

Los cantones pertenecientes a la provincia de Imbabura poseen una cobertura de agua del 75 %, que se utiliza para la agricultura y el consumo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018). Las medidas de adaptación de los recursos hídricos deben priorizarse para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y pueden considerarse como una medida de adaptación basada en los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático. Turbay et al. (2014) proponen un enfoque de gestión que incluye a todos los actores y brinda soluciones a los problemas de implementación de los planes de manejo ambiental, incluyendo la reforestación y las estrategias de siembra.

En la cuenca hidrográfica La Marquesa, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, Ecuador, el agua ocupa un lugar central, es el pilar en torno al cual se organiza la sociedad. Su clima es templado y variado debido a los vientos cálidos y secos provenientes de los valles y los vientos fríos provenientes de los Andes (Jaramillo, 2015). Hay tres comunidades en esta cuenca (Batán, Azaya y San Pedro) que se abastecen de esta con agua para el consumo y desarrollo de distintas actividades en especial las agrícolas (Andrade y Yépez, 2018). Desde tiempos remotos, en estas comunidades existe la necesidad de administrar y regular las aguas de sus ríos como, más recientemente, las de sus acuíferos. Al mismo tiempo, existen desigualdades en la distribución del agua, por tal razón la administración del recurso hídrico merece ser analizada a partir de la dimensión hidro-social-ecológica.

Ha existido preocupación política y ciudadana por la cuenca hidrográfica La Marquesa; además se han desarrollado proyectos que no han sido ejecutados ni cuentan con el presupuesto para implementarse. Ese es el caso del parque del agua y la restauración en zonas estratégicas, proyectos que han sido viables, pero, a causa del cambio de mandato en las alcaldías, no se han ejecutado, lo que ha ocasionado que el agua disminuya cada vez más con el pasar de los años (Valenzuela, 2016).

En relación con el problema hidro-social-ecológico en la cuenca La Marquesa, nos preguntamos ¿cuáles son los factores que explican la evolución de consumo de agua, y la viabilidad de las medidas de adaptación potenciales de las comunidades de la naciente de la cuenca hidrográfica La Marquesa en el periodo 2009-2019? Este problema se deriva de la insensibilidad de las acciones colectivas en la gestión del agua, donde hay falta de voluntad política, presupuestos municipales débiles y mínimo apoyo comunitario. A su vez, existen actividades

humanas que llevan al deterioro de la cuenca y reducen el caudal de la fuente, como incendios forestales, construcción de fosas sépticas, contaminación, construcción de viviendas que vierten sus desechos al río, uso de fungicidas, deforestación, el aumento de los límites agrícolas, la pérdida de la cubierta vegetal, el pastoreo, el cultivo de eucaliptos, crecimiento poblacional y la falta de concientización, que dan como resultado que exista un aumento del consumo de agua.

Todas las afecciones antes mencionadas de origen hidro-social conducen a un deterioro de la cuenca y disminución del caudal de la fuente, por lo que en este estudio es necesario analizar los meses de mayor demanda de agua en el periodo 2009-2019 e identificar las condiciones que provocan un incremento en el volumen de consumo y sus efectos en la población. El objetivo es priorizar las medidas de adaptación más factibles en colaboración con las autoridades municipales, líderes comunales y jefes de Cotacachi ante los nuevos hechos climáticos y de alteraciones territoriales generadas por el ser humano.

Este estudio presenta las medidas de priorización más viables que pueden implementarse en las comunidades del cantón Cotacachi ante el incremento en el volumen de consumo de fuentes de agua provenientes de la cuenca hidrográfica La Marquesa, durante la década de 2009 a 2019. Además, se proponen estrategias para que se adapten y tomen decisiones conjuntas con respecto a la reducción del caudal de consumo, para aprovechar mejor el líquido vital desde una visión hidro-social. Este artículo se enfoca en la ecología política urbana, sistemas socio-ecológicos, servicios ecosistémicos, medios de vida sostenibles, modelos de hidrología y gestión del agua, que permiten determinar la evolución del consumo, los factores que afectan al recurso hídrico y la priorización de las medidas de adaptación, son consideradas una disciplina emergente, que permite un enfoque y una metodología para el cambio socioambiental en asentamientos humanos. Esta, se fundamenta en el análisis específico de dos elementos principales, los condicionantes políticos, sociales, económicas, culturales y ecológicas que producen las urbes y sus alrededores, y el examen de la estructura y organización de las relaciones de poder y su expresión social e institucional en dichos entornos (Adarme et al., 2015).

Por ello, es importante realizar un análisis participativo de los cambios en el consumo de agua a lo largo del tiempo, los factores que lo explican y la factibilidad de posibles medidas de adaptación por parte de las comunidades en la cuenca hidrográfica La Marquesa, del cantón Cotacachi.

MÉTODOS

Situación, territorio y actores

Según el Instituto de Estudios Ecuatorianos (2016), la cuenca La Marquesa tiene una cobertura de 324 hectáreas y una elevación pronunciada de 2410 a 3000 metros sobre el nivel del mar, además de un clima templado; la temperatura promedio fluctúa entre 14°C y 15°C. Por sus condiciones climáticas, Cotacachi dispone de una diversidad de especies de flora y fauna debido a sus ecosistemas terrestres y acuáticos (Jaramillo, 2015).

La población total es de 961 personas, distribuidas en tres comunidades indígenas, organizadas y dirigidas por líderes comunitarios; 21,54 % corresponde a Batán, 41,62 % a Azaya, y 36,83 % a San Pedro. La actividad económica que predomina dentro de las comunidades es la de jornalero/a o peón (tabla 1), que se caracterizan por realizar el trabajo del cultivo de sus propias tierras o de personas que los contratan, obteniendo un sustento diario para sus hogares.

Tabla 1. Actividades económicas desarrolladas dentro de las comunidades

Categoría de Ocupación	Comunidad de Batán	Comunidad de Azaya	Comunidad de San Pedro
Empleado/a u obrero/a	3	1	0
Empleado/a u obrero/a privado	18	1	9
Jornalero/a o peón	30	47	56
Patrono/a	0	0	0
Socio/a	0	0	0
Cuenta propia	16	25	98
Trabajador/a no remunerado	0	1	1
Empleado/a doméstico/a	5	1	0
Se ignora	1	11	83
Total	73	87	247
NSA:	134	313	107

Fuente: Modificado del programa estadístico REDATAM, NSA: No respondieron a las preguntas del censo poblacional

Dentro de las tres comunidades analizadas a detalle y dentro de la cabecera cantonal, la cuenca de La Marquesa es la única fuente de agua que abastece el consumo del líquido vital y posibilita el desarrollo de diversas actividades:

- La comunidad Batán se encuentra en la parte baja de la cuenca La Marquesa. Tiene como beneficio el sistema de potabilización de agua de consumo para la zona central del cantón Cotacachi.
- Sobre la naciente de la zona de abastecimiento se encuentran las comunidades de San Pedro y Azaya, que tienen el problema de escasez de agua, razón por la cual su uso es limitado (figura 1).

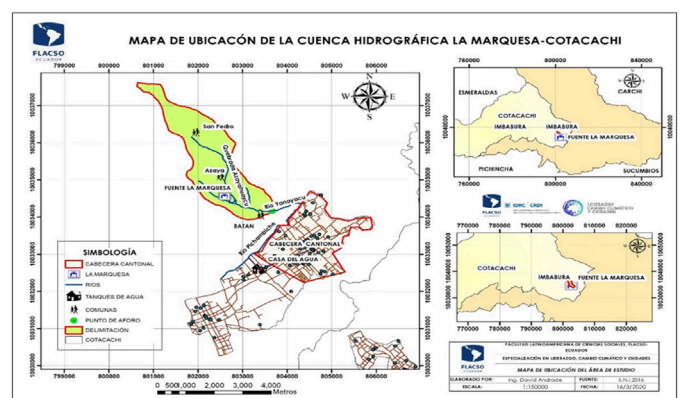


Figura 1. Ubicación de la cuenca hidrográfica La Marquesa

Fuente: Modificado del programa ArcGIS

Este estudio tiene un enfoque mixto, consiste en aplicar una metodología cualitativa y cuantitativa; es de naturaleza descriptiva, ya que aborda los componentes principales de la investigación y exploratoria al enfocarse en el problema del lugar. Las etapas de la investigación se describen a continuación, y a su vez se muestra lo que los entrevistados (líderes comunales, mujeres organizadoras y técnicos de la ciudad) mencionaron.

Primera etapa: Evolución del consumo de agua en la naciente de La Marquesa

Para calcular el incremento del consumo de agua en la cuenca La Marquesa, se aplicó el método del volumen total de agua consumida, lo que permitirá realizar un análisis detallado de los meses de alto consumo del periodo 2009-2019, y así poder identificar las posibles causas del incremento en el consumo del líquido vital (Argüello y Terán, 2018). De igual forma, se establecieron los periodos de mayor y menor consumo mensual de 2009 a 2019, para determinar si hubo aumento o disminución del consumo ocasionado por el cambio climático u otros factores estrechamente relacionados con aspectos económicos y sociales. A partir de las entrevistas se identifican los tipos de eventos que ocurren, para determinar si existe un aumento o disminución de demanda de agua, a su vez se identifican los factores que explican el aumento del volumen de uso de agua.

Segunda etapa: Factores que afectan el consumo de agua y las nacientes de la cuenca La Marquesa

Para establecer los factores que influyen en la reducción del volumen de agua en la cuenca y su impacto en el suministro de agua como servicio ecosistémico, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los técnicos del Municipio, mujeres organizadas y líderes comunitarios vía telefónica, Skype y/o Zoom. Se preguntaron sus percepciones sobre los aspectos que reducen el suministro de agua, la cantidad de nacientes de la cuenca han desaparecido y si existe una reducción en el suministro de agua o se desconoce la existencia de fugas, pérdidas o de ciertas técnicas de riego aplicadas en la agricultura en el periodo 2009-2019.

Con toda la información recopilada y analizada se elaboraron dos mapas: uno de las fuentes de agua de la cuenca que existieron hasta 2009 y el otro de las fuentes que existen en la actualidad, y así poder constatar los cambios que se han producido dentro del área de estudio. Se realizó un análisis de contenido, para poder formular inferencias que sean aplicables a las condiciones de la cuenca hidrográfica La Marquesa (Fernández,2002).

El análisis de contenidos se realizó mediante la aplicación del *software* de análisis cualitativo Atlas Ti, que constó de la asociación implícita que relacionó las citas; el apoderamiento del entrevistado sobre los temas; transcripción de las entrevistas; codificación del contenido de las entrevistas; agrupamiento de categorías y familias de códigos (figura 2).

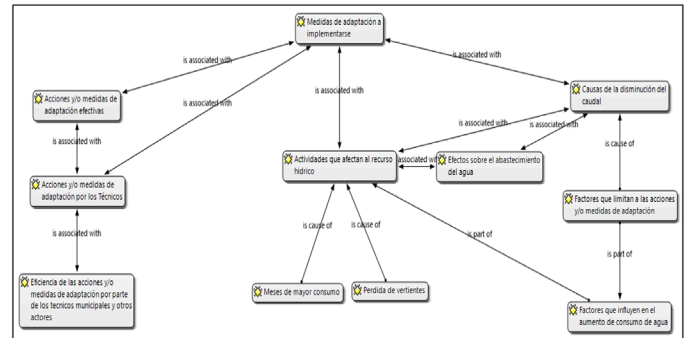


Figura 2. Relación entre categorías de los factores que influyen en el consumo de agua, comunidades de Cotacachi

Tercera etapa: Priorización de medidas de adaptación a efectuar en la cuenca hidrográfica La Marquesa

Se realizó un conversatorio, con ayuda de la técnica de grupos focales (Skype), con las mujeres organizadas, líderes comunitarios y técnicos del GAD Municipal de Santa Ana de Cotacachi, para socializar los resultados de las etapas uno y dos. Se llegó a determinar y priorizar las medidas de adaptación que respondan a la capacidad adaptativa de la comunidad ante la rebaja del volumen del caudal disponible para la sociedad. Finalmente, se desarrolló una propuesta de adaptación enfocada a los resultados obtenidos, mediante la aplicación de una matriz de priorización tipo L (medidas propuestas vs. rango de calificación), donde los siete entrevistados por medio de los criterios de evaluación calificaron cada una de las medidas propuestas en un rango de calificación máximo de 0-20 (acordado por los entrevistados), y así poder ayudar a las comunidades y a la municipalidad a encontrar soluciones comunes para el bienestar de toda la población beneficiaria de este recurso hídrico (tabla 2).

Tabla 2. Criterios de evaluación de las medidas de adaptación propuestas

Medidas de adaptación propuestas	Criterios de evaluación								Total
	Cuenta con apoyo de actores relevantes	Existe viabilidad financiera	Efecto de las medidas de adaptación a corto plazo	Costo/beneficio	Sostenibilidad	Efecto de las medidas de adaptación a corto plazo	Viabilidad técnica		
	Máximas calificaciones por cada entrevistado.								
		0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
1.	Siembra de plantas	15	20	20	20	17	20	20	132
2.	Campañas de conciencia ambiental a escuelas, colegios y comunidades	18	20	12	20	19	20	20	129
3.	Construcción de baños secos	10	0	18	13	17	15	13	86
4.	Construcción de plantas de tratamiento	5	0	17	14	15	15	12	78
5.	Implementación de la técnica para cosecha del agua	5	0	20	15	20	20	14	94
6.	Construcción del parque del agua	5	0	20	10	20	15	13	83

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo, se realizaron tres reuniones de trabajo con los entrevistados

Nota: La medida de adaptación número seis, es una propuesta de campaña que no fue ejecutada por existir una rivalidad política, esta medida consta en la adecuación de la fuente La Marquesa para poder cuidar y concientizar a la población acerca del cuidado del agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución del volumen de consumo de agua en la naciente de La Marquesa

Al analizar todos los datos de consumo del recurso hídrico de la naciente La Marquesa, se establecieron rangos en los datos de la evolución del caudal de consumo del líquido vital del periodo 2009- 2019 (tabla 3), y, además, se establecieron intervalos basados en el método del volumen total de agua, determinando así los meses de mayor demanda de agua: junio, agosto, septiembre y diciembre (figura 3).

Tabla 3. Rangos de consumo del recurso hídrico

Consumo en m ³	Rangos de consumo en
66,5 - 79,4	Bajo
79,4- 89,9	Medio
89,9 - 110,9	Alto

Fuente: Análisis de resultados del volumen total de agua de 2009 a 2019 del GADM-Santa Ana de Cotacachi

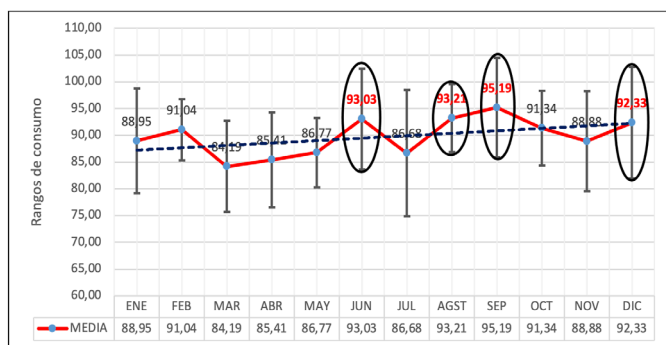


Figura 3. Media y desviación estándar del consumo hídrico 2009 -2019

Con el volumen total del caudal de consumo, se determinó el promedio de uso del agua en el cantón Cotacachi en el periodo 2009-2019; por medio de la media y la desviación estándar, se determinaron cuatro meses de mayores consumos en el análisis por año.

Los entrevistados señalaron que en estos meses se producen actividades que demandan consumo de agua, como junio, con la fiesta ancestral del Inti Raymi, en la cual los indígenas tienen la costumbre de usar el recurso hídrico como medio para los baños rituales, utilizando un rango promedio de 93,03 m³. En agosto y septiembre, en la festividad de la ciudad de Cotacachi, toda la población del cantón elabora la chica de jora y ocurren distintos encuentros sociales por el periodo de vacaciones, lo cual ocasiona un aumento el número de habitantes en las viviendas y de consumo del agua de 95,19 m³. Por último, en diciembre se presenta un alto consumo de agua, de 92,33 m³, a causa de las distintas visitas, reuniones familiares y diversos eventos en la ciudad para celebrar la Navidad y año nuevo.

Factores que afectan al consumo de agua y las nacientes de la cuenca La Marquesa

Los entrevistados manifiestan que el consumo de agua se ve condicionado por el calentamiento global, incendios forestales, contaminación en la zona y la migración laboral poblacional. Además, señalaron que se deben considerar los elementos que limitan su efectividad, los cuales son falta de voluntad política, bajo presupuesto municipal y la ausencia de apoyo

comunitario. Esto está influenciado por las actividades que afectan de manera directa al recurso hídrico, entre las cuales se encuentran incendios forestales, construcción de fosas sépticas, contaminación, construcciones de casas que vierten sus desechos a los ríos, utilización de fungicidas, deforestación, aumento de la frontera agrícola, pérdida de la cobertura vegetal, pastoreo de animales, el aumento poblacional, siembra de eucaliptos, deforestación, falta de concienciación de las personas. Todos estos factores inciden en la reducción del volumen del líquido vital de la naciente disponible para el consumo en el cantón.

Los efectos sobre la provisión del agua, según los entrevistados, afectan de manera directa a la irrigación de cultivos, y causan descontento en la población por no tener el acceso al recurso y recortes de prestación del servicio que causan molestias a toda la población. Así lo indica el S2: “La parte de abajo no tenemos suficientes regadíos y ahora estamos discutiendo acerca del riego de los cultivos... es que no estamos cuidando el agua. Está totalmente disminuido y no tenemos eso nos afecta a las comunidades”.

Los entrevistados indicaron que las acciones que pueden ayudar al aumento de caudal dentro de la cuenca son la siembra de árboles nativos y arbustos como cercas vivas alrededor de cultivos, construir reservorios, establecer métodos de cosecha de agua, implementar baños secos y programas de educación ambiental, como lo señala el S1: “Sembrar pumamaki, aliso, laurel, yagual, sauce, esos son los que no chupan el agua”.

Finalmente, según los entrevistados, las medidas de adaptación que se tomen deben basarse en la siembra de árboles, un proyecto de plan maestro del recurso hídrico, para el manejo sustentable de la cuenca La Marquesa, el cual no ha sido implementado, la aplicación de la técnica de recuperación de agua, construcción de plantas de tratamiento, y programas de educación ambiental para escuelas y colegios y el establecimiento de baños secos.

Los entrevistados indicaron que, dentro de la cuenca hidrográfica, han desaparecido la quebrada Azayahuaycu (Figura 4), como lo expresó el S6: “La quebrada de Azayahuaycu ha desaparecido ya no hay mucha agua”. Esto se debe a la pérdida de la cubierta vegetal y diversas actividades humanas que se aprovechan para regar los cultivos. La desaparición de esta fuente supuso un aumento del consumo de agua de la fuente La Marquesa, lo que provocó un aumento del consumo limitado.

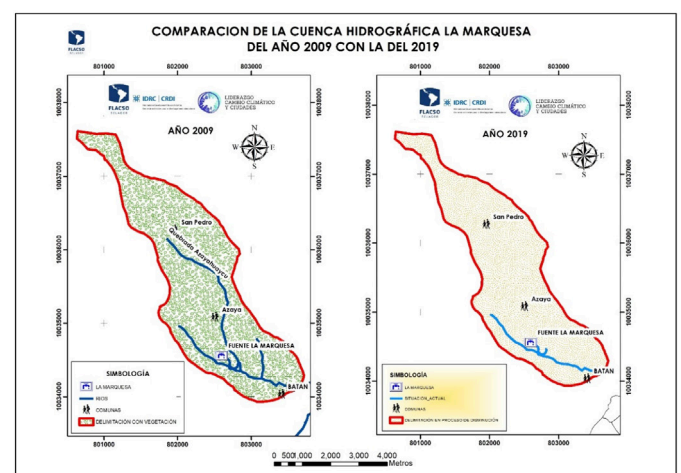


Figura 4. Comparación del consumo cuenca hidrográfica La Marquesa Fuente: Modificado del programa ArcGis con datos obtenidos del GADM-Santa Ana de Cotacachi

Los técnicos municipales señalan que, para reducir el impacto en el

consumo de agua, han implementado brigadas ambientales, talleres de educación ambiental con escuelas y colegios, han ayudado a construir letrinas secas, reforestación específica, campañas de concientización sobre el agua, siembra de especies nativas para su cuidado y campañas referentes al cuidado del agua. En cuanto a la efectividad de las acciones y/o medidas de adaptación por parte de los técnicos del GAD municipal y otros actores, los entrevistados manifestaron que las medidas más efectivas fueron la construcción de letrinas secas y sensibilizar a la población frente a los problemas ambientales.

Priorización de medidas de adaptación a efectuar en La Marquesa

Las medidas de adaptación propuestas por los entrevistados con mayor priorización son (tabla 2): campañas de concienciación ambiental a escuelas, colegios y comunidades, y siembra de plantas nativas dentro de la cuenca hidrográfica en sitios puntuales. Les siguen en orden decreciente: implementación de la técnica para cosecha del agua, construcción de baños secos y la creación de plantas de tratamiento. Las medidas de adaptación sugeridas por los entrevistados están estrechamente relacionadas con los factores que inciden en la reducción del caudal de la cuenca y el aumento del volumen de consumo.

Los resultados de este estudio son consistentes con los reportados previamente (CEPAL, s/f; Durán Juárez y Torres 2006; Valencia, Serrano y Galárraga, 2014) sobre la preexistencia de distintas actividades que realizan los seres humanos como: actividades mágico-religiosas que suceden en diferentes épocas del año, el deterioro de ecosistemas por tala e incendios, la ausencia de reglamentos sancionatorios e impactos negativos como el vertido de aguas negras sin ningún tipo de tratamiento dentro de los cauces de agua, la aplicación de agroquímicos, incumplimiento de la normativa de cuidado del agua, incremento de zonas de cultivo hacia la parte alta de la cuenca. Todos estos efectos negativos generan una alteración dentro de la cuenca de La Marquesa, además de conflictos en el uso de los recursos hídricos por el aumento del consumo de estos.

Al no considerar las diversas interacciones entre la sociedad y los ecosistemas, se incrementará la escasez de recursos hídricos y otros servicios ecosistémicos que ayudan a generar bienestar a la comunidad, como la producción de alimentos y los beneficios espirituales a los distintos grupos étnicos de Cotacachi. Patrón (2016) y Ramsar (2010) señalaron la importancia de efectuar medidas y evaluaciones de políticas a nivel local, para potenciar proyectos estratégicos con un enfoque de dirección y gestión. Este enfoque promueve la adaptación local, el cambio climático y el desarrollo regional, así como las políticas públicas que se deben implementar para el manejo de las cuencas hidrográficas.

Al momento de aplicar medidas de adaptación a los impactos generados por parte del cambio climático, en coordinación con actores locales clave, se comienza con un proceso de conservación de los recursos existentes y promueve un enfoque de desarrollo local sustentable, que direcciona en el manejo responsable de los recursos hídricos relacionados con los medios de vida de las comunidades de Cotacachi, para que las familias o los grupos puedan sostenerse sin dañar las cuencas hidrográficas. Durán Juárez y Torres (2006) señalan que es importante considerar los diferentes bioindicadores en la zona, lo que ayuda a identificar situaciones potenciales en las que se ven afectadas las fuentes de agua. También mencionan que existe una relación entre el sistema y el medio ambiente, que puede producir cambios directos y, a su vez, permite identificarlo debido al mayor consumo de recursos naturales, situación que debe tenerse en cuenta en

la cuenca hidrográfica de La Marquesa.

Zerbutzu (2006) establece que se debe tener en cuenta la resiliencia de los ecosistemas, determinando así su capacidad para absorber perturbaciones, para restringirlas y reorganizarlas, y así mantener su estructura, función y su capacidad. Estas medidas de adaptación están relacionadas con la mejora de la resiliencia de los sistemas socioecológicos para mantener la estructura y la capacidad de los ecosistemas, que proporcionan servicios ecosistémicos de manera sostenible. Las acciones indicadas por el autor fueron identificadas, evaluadas y priorizadas por los entrevistados y finalmente se diseñaron los indicadores con base en las diferentes características de las medidas adaptativas de la Cuenca. Se toma en cuenta los límites agrícolas, para implementar proyectos de abastecimiento de agua y desarrollo local, poder adaptarse y aprovechar las oportunidades en beneficio de la sociedad para asegurar su sostenibilidad.

Finalmente, se elaboró una propuesta basada en los resultados, y se concluyó que la educación ambiental y la siembra de especies nativas en áreas estratégicas ayudarán a conservar el agua dentro de las cuencas, además de ser medidas adecuadas y factibles. Estas medidas se verán reforzadas por una guía titulada "Planeta, te quiero verde".

Esta propuesta tiene como objetivo promover la educación ambiental y la siembra de árboles nativos en sitios puntuales por parte de estudiantes, docentes de escuelas, colegios y comuneros de la comunidad de Cotacachi, con el fin de promover una cultura ecológica que se preocupe por los ecosistemas acuáticos y terrestres de la ciudad. Se deberá capacitar a la comunidad educativa de los institutos y grupos educativos mediante seminarios teóricos y prácticos que permitan el desarrollo de la cultura ambiental y preservar los recursos naturales, con el fin de promover el desarrollo sostenible. Una vez que se completen la concientización ambiental y la plantación de árboles nativos, las escuelas y las comunidades estarán en la capacidad de identificar los principales impactos ambientales, causas del aumento del consumo de agua y cómo esto afecta a otros ecosistemas, con la finalidad de buscar soluciones a los impactos potenciales sobre los recursos hídricos, que serán socializados en las instituciones educativas y las comunidades para mejorar las condiciones de vida y fomentar la preocupación por el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Como limitación ante este análisis de datos de la evolución del consumo de agua, se tiene que solo existe información de consumo del recurso hídrico del periodo 2009-2019, mas no datos de agua disponible en la cuenca ni del INAMHI de precipitaciones, lo que es una limitante en la elaboración de mapas de análisis en referencia al balance hídrico de la cuenca.

La aplicación de entrevistas semiestructuradas a los entrevistados se basó en 1) datos personales; 2) actividades cotidianas que realizan los habitantes de la cuenca para satisfacer sus necesidades; 3) acciones y/o medidas de adaptación que han asumido las comunidades, 4) sus causas y consecuencias y 5) la percepción de las medidas de adaptación que se han desarrollado en el periodo 2009-2019. La aplicación del *software* de análisis cualitativo Atlas Ti ayudó en la selección de contenido analizado, a establecer códigos, categorías y un análisis mediante un diagrama que relacionan los códigos y categorías de mayor repetición de cada uno de los entrevistados, con la finalidad de obtener datos reales de toda la información cualitativa.

En junio, agosto, septiembre y diciembre, existe un gran aumento de consumo de agua a causa de múltiples eventos sociales que ocurren en la localidad como fiestas, rituales de baño, diferentes dinámicas sociales y periodos vacacionales. Las comunidades que abarca la cuenca hidrográfica La Marquesa, deberán ajustarse a los criterios indicados por los actores sociales entrevistados: apoyo de actores relevantes, viabilidad financiera, efecto de las medidas de adaptación a corto plazo, costo/beneficio, sostenibilidad y viabilidad técnica.

El diseño de las medidas de adaptación respondió a cada uno de los entrevistados, quienes, por medio de la aplicación de la matriz tipo L, determinaron las distintas medidas de adaptación de mayor rango de calificación, que se basan a la situación actual por la que está pasando la cuenca hidrográfica La Marquesa. De esta manera, se obtuvieron medidas para aplicar la concientización ambiental en escuelas, colegios y comunidades, y la siembra de especies nativas en lugares estratégicos.

Las estrategias propuestas para aumentar el volumen de agua dentro de la cuenca hidrográfica La Marquesa planteadas por los actores claves son siembra de plantas, campañas de educación ambiental a las instituciones educativas y comunidades, construcción de baños secos y plantas de tratamiento y cosecha del agua. Para que sean efectivas y exitosas, se deberá trabajar con los técnicos del GADM y con los comuneros de las tres comunidades, para así poder ejecutarlas y que se vuelvan efectivas a lo largo del tiempo.

En el proceso de la investigación se logró la exploración y aprendizaje colectivo, donde se analizaron los problemas, se generó conocimientos con los actores claves acerca de las características del ciclo hidrosocial, un conocimiento que es altamente significativo en términos de la construcción de saberes territoriales y locales, que permiten responder y proponer acciones a implementarse dentro del área de estudio.

Se pudo constatar que hay que tomar en cuenta los asentamientos poblacionales, que son claves para implementar proyectos enfocados a la sostenibilidad, provisión de agua, la concientización ambiental y el desarrollo local, para así poder afrontar las distintas afecciones ocasionadas por acciones antrópicas y por causa del efecto del cambio climático.

Fuente de financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Conflicto de intereses: Los patrocinadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio, recopilación, análisis o interpretación de datos, redacción del documento, o en la decisión de publicar los resultados

REFERENCIAS

- Adarme, J., Córdoba, F., Ordóñez, C., y Yela, A. (2015). *La reforestación de la microcuenca "Calandayma", vereda la Esmeralda, una estrategia pedagógica con los estudiantes de cuarto grado de la institución educativa Fátima, Municipio el Tablón de Gómez Nariño*. Fundación Universitaria los Libertadores.
- Andrade, B., y Yépez, E. (2018). *Estrategias de conservación de los recursos naturales utilizados en manifestaciones culturales, comuna Eloy Alfaro-Turucu de Nacionalidad Kichwa, Cotacachi* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica del Norte.
- Gestión de Agua Potable y Alcantarillado, 1 Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales (DEAGA) 1 (2018).
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Proceso Regional de las Américas: Foro Mundial del Agua*. <https://doi.org/10.18235/0001028>
- Cambio Climático, Caudal Ecológico Y Seguridad Hídrica, (2012).
- Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial* n.o 449, 1 (2008). <https://www.fielweb.com/Index.aspx?rn=92740&nid=1#norma/1>
- Cuesta, F. (2017). Impactos observados y esperados del cambio climático en los Andes Tropicales e implicaciones para planificación territorial. *CONDESAN* 9. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Durán Juárez, J., y Torres, A. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral: Estudios Sobre Estado y Sociedad* 12(36), 129–163.
- Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)* 1(96), 35–53.
- Figueroa, I. (2019). *Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*.
- Francés, F., y Bussib, G. (2014). Análisis del impacto del cambio climático en el ciclo de sedimentos de la Cuenca del río Ésera (España) mediante un modelo hidrológico distribuido. *Ribagua* 1(1), 14–25. [https://doi.org/10.1016/s2386-3781\(15\)30004-9](https://doi.org/10.1016/s2386-3781(15)30004-9)
- Consultoría para elaborar e implementar un diseño hidrológico en la vertiente oriental del cerro Cotacachi, (2016).
- Jaramillo, J. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial-Cantón Cotacachi*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Plan de Manejo Adaptativo del sistema de agua potable Pita- Puengasí y sus Cuencas abastecedoras al cambio climático* (Vol. 1). <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Plan-de-Manejo-Adaptativo-SAP-Pita.pdf>
- Molina, A., Pozo, M., y Serrano, J. (2018). Agua, saneamiento e higiene. *H2ostudio, Instituto Nacional de Estadística y Censos*.
- Ordóñez, J. (2011). ¿Qué Es Cuenca Hidrológica? *Sociedad Geológica de Lima* 1, 1–44.
- Patrón, E. (2016). Manejo de Cuencas y adaptación al Cambio Climático. *Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas agosto 2015*.
- Ramsar. (2010). Manejo de Cuencas hidrográficas. In *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales* (Vol. 9).
- Ruiz, L. M., Delgado, J., Angarita, H., Salas, H., Sánchez, J., Cortés, M., y Rueda, O. (2016). Efecto de medidas de adaptación basada en ecosistemas sobre métricas hidrológicas considerando cambio climático: río Nechí, Colombia. *Aqua-LAC* 8, 21–33. https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjZo765j5_PAhWCXR4KHb-PD5kQFggaMAA&url=http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI-AquaLAC-Mar2015-03EfectoMedidasAd
- Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., Vélez, J. J., y Ocampo, O. L. (2014). Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las Cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. *Investigaciones Geográficas* 85(85), 95–112. <https://doi.org/10.14350/ig.42298>
- UNESCO. (2007). *El agua una responsabilidad compartida*.
- Valencia, R., Serrano, D., y Galárraga, R. (2014). Cambios de uso del suelo en cuencas altoandinas y consecuencias en la oferta hídrica. Caso de estudio microcuenca del río Blanco, páramos del Nevado Cayambe, Ecuador. *Revista EPN* 34(1), 1–9.
- Zerbutzu, E. (2006). *Proyecto para una escuela de calidad ambiental* (Servicio c). Dirección de biodiversidad y participación ambiental.