

Artículo científico

Calidad del agua para consumo humano en el corredor ecológico ecuatoriano Llanganates-Sangay
Drinking water quality at the ecuadorian corridor Llanganates-Sangay

José Ramiro Velasteguí Sánchez
ramirovelasteguisanchez@gmail.com

Universidad Regional Autónoma de los Andes-Ambato. Ecuador

RESUMEN

El corredor ecológico ecuatoriano Llanganates-Sangay une a los parques nacionales que le dan su nombre. Su alta biodiversidad y propiedades ecológicas han motivado la generación de estudios científicos por diversos organismos. El objetivo del presente trabajo fue de caracterizar al agua de redes municipales para consumo humano en el corredor ecológico en las localidades de Ulba, Agoyán, Río Blanco, Río Verde, Río Negro, Mera y Shell, siendo sus beneficiarios los Gobiernos Autónomos Descentralizados, instituciones y los habitantes del sector. Se analizaron 18 muestras de agua, correspondientes al mismo número de establecimientos turístico-gastronómicos ubicados en las localidades señaladas. Su análisis fue ejecutado en laboratorios acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano en los parámetros físico-químico (pH, conductividad, turbidez, color, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, aceites y grasas, cloruros, dureza total, detergentes, materia flotante, sólidos totales disueltos, nitratos) y microbiológico (coliformes totales y coliformes fecales). Los resultados obtenidos permitieron determinar que el agua para consumo humano que se distribuye vía red en la localidad de Ulba es potable mientras que el agua de las demás localidades no lo es. Las plantas potabilizadoras de agua de las localidades no disponen de laboratorios de control de calidad del agua tratada por lo que es necesario se implementen a la brevedad posible para salvaguardar la salud de los habitantes y turistas del sector.

PALABRAS CLAVE: Corredor ecológico Llanganates-Sangay; Agua para consumo humano; Calidad del agua

ABSTRACT

The ecuadorian ecological corridor Llanganates-Sangay connects the national parks which give its name. Their high biodiversity and ecological properties allowed generation of scientific studies. The objective of the research was to characterize the drinking water distributed in water networks in the localities of Ulba, Agoyán, Río Blanco, Río Verde, Río Negro, Mera y Shell and the beneficiaries were their own local governments, institutions and inhabitants. 18 network water samples were from the same number of touristic and gastronomic establishments of the area. Their analysis was done by the Ecuadorian Accreditation Service

certified laboratories on physicochemical parameters (pH, conductivity, turbidity, color, chemical oxygen demand, biological oxygen demand

, oils and greases, chlorides, total hardness, detergents, floatable materia, total dissolved solids, nitrates. b) Microbiological analysis: total coliforms and faecal coliforms. The research results determined that the drinking water from Ulba was potable whereas the water from the other localities was not potable. There are not laboratories for controlling the treated waters. Therefore, it is necessary to implement those as soon as possible for protecting tourists and people's health.

KEYWORDS: Llanganates-Sangay ecological corridor; Drinking water; Water quality

INTRODUCCIÓN

En la Constitución de la República del Ecuador (2008) en su Título I, se invoca a la necesidad de la consecución del bienestar de la comunidad a través de la vigencia de un ambiente sano y hoy en día es evidente que se debe contribuir a que haya menor contaminación y que se procure una mayor sintonía con la naturaleza.

El medio ambiente comprende al ser humano y demás seres vivos como flora y fauna, el agua, el aire, el suelo y las fuentes de energía. Un corredor ecológico es el área nexo entre dos zonas protegidas y por consiguiente posee los siete componentes mencionados. El corredor ecológico Llanganates-Sangay tiene una extensión de 42 052 ha y se encuentra situado en la parte central de la República del Ecuador, desde las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes hacia territorios amazónicos, territorio que une al Parque Nacional Llanganates (21 9707 ha) creado en 1996 con el Parque Nacional Sangay (51 7765 ha) creado en 1975.

El corredor posee una alta biodiversidad en flora y fauna, con un índice IBA(s): EC057 (*Important Bird Area*), A1 y A2 (BirdLife International, 2016, 2017a, 2017b) que le permitió en el año 2002 fuera denominado "Regalo para la Tierra" (Gift to the Earth) por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 2002) razón para que organismos nacionales y extranjeros realicen estudios y acciones hacia su conservación para beneficio del medio ambiente y de sus pobladores (Loaiza y Morales, 2002; Ríos, 2015; WWF, 2002). Por tanto, el corredor ecológico tiene una esencial importancia para la dinámica económica de los residentes del lugar pues sus características le confieren la capacidad de ofrecer actividades agropecuarias, turísticas, gastronómicas, energéticas, etc. que intervienen en el desarrollo del sector.

El problema que condujo a la ejecución de la presenta investigación radica en la carencia de trabajos específicos sobre la calidad del agua para consumo humano existente en las localidades de Ulba, Agoyán, Río Blanco, Río Verde, Río Negro, Mera y Shell, dentro del corredor ecológico Llanganates-Sangay. Es de dominio público que la mayoría del agua para consumo humano que se distribuye por redes municipales en las parroquias del país no es potable por inexistencia de plantas potabilizadoras y/o por ineficientes tratamientos de potabilización en las plantas potabilizadoras habiéndose denominado comúnmente "agua entubada".

En efecto, la organización no gubernamental Camaren 2014 enfatiza.

Pocas ciudades cuentan con sistemas óptimos de potabilización y tratamiento del agua. Las Juntas comunitarias entregan agua, en la mayoría de casos "entubada", a millones de personas. Debe garantizarse que pueda beberse

directamente de un grifo agua de calidad y a costos de servicios accesibles, lo que favorecerá la salud de la población. (Camaren, 2014)

Un ejemplo hacia la mitigación del problema ocurrió en la parroquia Lligua Centro del cantón Baños de Agua Santa que.

El no disponer de un sistema eficiente de agua potable ha dado como resultado una insatisfacción por el servicio del líquido vital que reciben actualmente dichos moradores, ya que no existe una conducción y potabilización adecuada del agua, además, la distribución del líquido vital está siendo transportada por tuberías que ya han cumplido su vida de funcionamiento. (Icaza, 2014)

Por otra parte, el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (HGPT, 2016) adelanta un programa sobre Plantas de Agua Potable que es una actividad a largo plazo y que requiere alta inversión. En contraste, la problemática de la calidad de agua para consumo humano carece de la atención prioritaria de los organismos del estado como se evidencia en el documento de SENPLADES (2013) en el que entre los proyectos emblemáticos en Tungurahua no existe uno relacionado al respecto.

A partir de lo expuesto, la presente investigación se propone como objetivo diagnosticar la calidad del agua para consumo humano en las parroquias antes mencionadas con el propósito de que sirva como conocimiento científico de apoyo hacia su mejoramiento y para salvaguardar la salud de los habitantes.

MÉTODOS

Área de estudio

El área de influencia del trabajo realizado en el corredor ecológico ecuatoriano Llanganates-Sangay en 2016-2017 abarcó las localidades de Ulba, Agoyán, Río Blanco, Río Verde y Río Negro, pertenecientes a la provincia de Tungurahua, y Mera y Shell, pertenecientes a la provincia de Pastaza, las cuales se encuentran ubicadas en un trayecto de 50 km a través de la vía Baños-Puyo y su paralela la cuenca del río Pastaza (Figura. 1).

Los elementos integrantes de carácter físico fueron los representados por 18 establecimientos turísticos y gastronómicos, seleccionados para coleccionar las muestras de agua de redes municipales que llega a los mismos en cada una de las localidades del estudio.

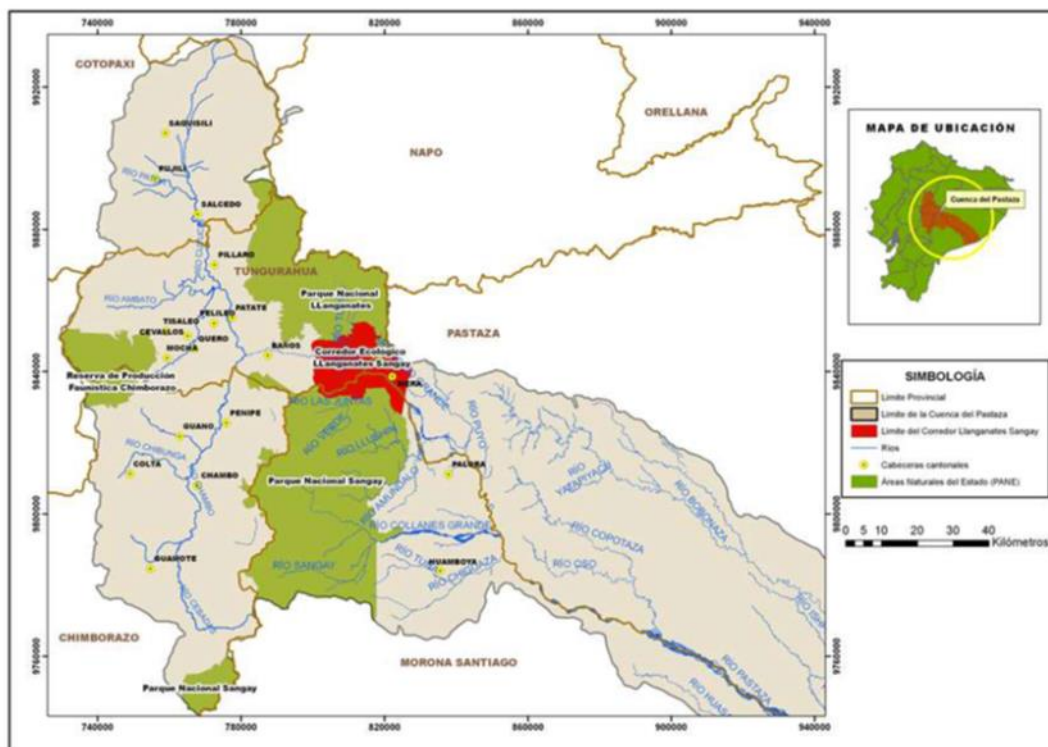


Figura 1. Mapa del corredor ecológico Llanganates-Sangay
Fuente: Ríos y Reyes (2015)

Caracterización del agua de consumo humano

Se tomaron 18 muestras de agua de red municipal, distribuidos de la siguiente manera:

- 2 en Ulba: Paradero Fabis y Paradero Sin Rival.
- 1 en Agoyán: Hostería Agoyán.
- 1 en Río Blanco: Distracciones Triple Canopy.
- 3 en Río Verde: Restaurant Las Hortensias, Hostería Miramelindos y Hostería Río Verde.
- 3 en Río Negro: Restaurante Los Abuelos, Picantería Doña Lucita y Paradero Arco Iris.
- 4 en Mera: Hostel Restaurante Rayju, Balneario El Dique, Laguna de El Dique y Hostería Flor de Verano.
- 4 en Shell: Paradero Toro Parrillero y Complejo Turístico Encanto Natural, Hostería Casa del Árbol y Hotel Azuay.

De acuerdo al instructivo convencional de análisis vigente (WHO, 2005), cada muestra de agua de cada sitio comprendió 4 frascos ámbar de 500 mL, cada uno para los análisis físico-químicos (pH, conductividad, turbidez, color, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), aceites y grasas, cloruros, dureza total, detergentes, materia flotante, sólidos totales disueltos y nitratos, y 2 frascos de 100 mL, cada uno para los análisis microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales). Las muestras fueron transportadas en refrigeración ($4^{\circ}\text{C}\pm 1$) a los laboratorios Lacquanalisis S.A. acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

Recibido: febrero 2018. **Aceptado:** marzo 2018
Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

Los resultados de los análisis fueron confrontados con la norma ecuatoriana INEN NTE 1108 y MAE TULSMA para agua potable (INEN, 2016; MAE, 2011). Los resultados de contaminación microbiana por coliformes totales y fecales, se confrontaron con la norma ecuatoriana del INEN (2016) y como referencia las de WHO (2005) y OMS (2016).

A los resultados relacionados con los parámetros de coliformes totales, coliformes fecales, DQO, DBO, aceites y grasas, y detergentes, se les aplicó los cálculos estadísticos de sumatorias, promedios, rangos y desviación estándar, para determinar la dispersión de los resultados con respecto a los promedios y ordenar dichos resultados.

RESULTADOS

Análisis físico-químicos de agua para consumo humano

Parámetros	Unidades (Lím.Máx.)	Ulba	Agoyán	Río Blanco	Río Verde	Río Negro	Mera	Shell
pH	UpH (6,0-9,0)	6,4	7,4	7,7	7,7	7,1	7,2	7,4
Conductividad	uS/cm (.....)	260,5	176,6	<140	<140	<140	<140	<140
Turbidez	NTU (.....)	<0,16	5,43	0,63	6,3	0,4	0,24	0,63
Color	PtCo (.....)	0	28,5	0	52,7	0	1,9	3,0
DQO	mg/l (200)	0	93	462	662	<20	84	<20
DBO	mg/l (100)	<4,75	30,9	161,4	225,1	<4,75	28,45	<4,75
Aceites y grasas	mg/l (30)	2,5	2,2	<0,98	<0,98	1,14	1,15	2,31
Cloruros	mg/l (1000)	<5	<5	<5	5,8	<5	<5	<5
Dureza total	mg/l (300)	110	110	100	50	66	<50	58
Detergentes	mg/l (0,5)	0,1	0,66	0,63	0,8	0,09	0,08	0,23
Materia flotante	Visual (Ausencia)	0	0	0	0	0	0	0
Sólidos totales disueltos	mg/l (1000)	153	139	<40	48,7	<40	<40	<40
Nitratos	mg/l (50)	0,17	<0,12	<0,12	0,17	0,13	0,13	0,12

Tabla 1. Resultados de los análisis físico-químicos del agua para consumo humano

Fuente: elaboración propia

Los resultados del análisis de los parámetros físico-químicos (pH, cloruros, dureza total, materia flotante, sólidos totales y aceites y grasas) estuvieron dentro de la norma ecuatoriana en todas las localidades estudiadas. En cambio, los parámetros DQO, DBO y detergentes estuvieron fuera de la norma en algunas localidades mientras que dentro

de la norma en otras. En la localidad de Ulba todos los resultados físico-químicos fueron los más bajos y dentro de la norma (Tabla 1)

A pesar de haberse determinado los parámetros de conductividad, turbidez y color, estos no pudieron ser comparados debido a que, en la Norma Técnica Ecuatoriana (s/f) no se citan los límites máximos para los mismos.

Análisis microbiológicos de agua para consumo humano

Parámetro	Unidades (Lím.Máx.)	Ulba	Agoyán	Río Blanco	Río Verde	Río Negro	Mera	Shell
Coliformes totales	NMP/100 ml (1,0)	<1,1	<1,8	<1,8	21	626,7	647,5	2,7
Coliformes fecales	NMP/100 ml (1,0)	<1,1	<1,8	<1,8	17,7	<1,8	19,9	2,2

Tabla 2. Resultados de los análisis microbiológicos de agua para consumo humano

Fuente: elaboración propia

El examen microbiológico arrojó que en el agua “potable” de todas las localidades, excepto Ulba, existían coliformes totales y fecales en cantidades fuera de la norma (Tabla 2).

Parámetros	Sumatoria	Promedio	Rango	Desviación estándar
Coliformes totales y fecales	4699.9	146.9	3.6– 1301.8	421.01
DQO	3016	188.5	20 – 825	270.5
DBO	1014.63	63.41	4.75–280.86	93.37
Aceites-grasas	25.32	1.6	0.98-3.3	0.84
Detergentes	5.242	0.33	0.018-1.169	0.34

Tabla 3. Cálculos estadísticos de coliformes totales y fecales, DQO, DBO, aceites-grasas y detergentes.

Fuente: elaboración propia

El análisis de las muestras evidencia que la dispersión de los datos en relación a la presencia de coliformes totales y fecales, DQO y DBO es bastante amplia, no ocurriendo así con los aceites y grasas y los detergentes (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Parámetros físico-químicos

La recepción de los servicios de agua potable y depuración es una necesidad primordial humana y como tal es calificado un derecho imprescindible, consagrado en el Art. 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos de Naciones Unidas, de diciembre de 1948, junto con otros servicios sociales necesarios para asegurar a las personas y familias un nivel de vida adecuado y digno (Watkins, 2006).

El oxígeno disperso es una de las medidas más notables al momento de valorar la propiedad del agua. Según The Global Water Sampling Project (2015), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) indica que, en un agua potable, el valor de la DBO debe

Recibido: febrero 2018. **Aceptado:** marzo 2018

Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

ser 0 ppm; una concentración de DBO de 1-2 ppm es muy buena pues no habrá mucha materia orgánica en el agua; de 3-5 ppm es agua moderadamente limpia; mientras que 6-9 ppm es agua contaminada con materia orgánica y 100 o más ppm significa que el agua está muy contaminada. A partir de lo planteado, la DBO en las localidades evaluadas muestran que es un agua moderadamente limpia.

Por otro lado, en ITAA (2016) en lo relacionado a DBO y también a DQO, se expresa que al igual que la DBO, la DQO en aguas potables debe ser sumamente baja y es un parámetro a determinar cuando la calidad del agua es incierta. La misma consideración es en lo referente a aceites y grasas, y detergentes.

En el presente trabajo vale resaltar como novedad científica, el hecho de que se haya analizado DBO, DQO, aceites y grasas y detergentes en agua para consumo humano ya que la sola existencia de valores numéricos de estos parámetros, dentro o fuera de la norma, es un indicativo de que los procesos de potabilización son deficientes, lo que ocurrió en Agoyán, Río Blanco, Río Verde, Río Negro, Mera y Shell. No es común que se analice en agua potable DQO, DBO, aceites y grasas y detergentes como son los casos en el informe técnico de la OPS (2012) en localidades del Perú o en el informe técnico del MSPS (2016) en Colombia o en Tabasco, México (Borbolla-Sala, 2003), en el que se analizó sobre color, turbidez, pH, dureza total (CaCO_3), sulfatos, nitratos (nitrógenos), cloruros, cloro residual y sólidos disueltos totales.

Lamentablemente, varios de los parámetros demostraron estar fuera de la norma, lo que coincide con el trabajo realizado en Guayaquil por Salazar Coello, Viteri Poveda y Suarez Camacho (2018), donde se encontró que los parámetros físicos se presentaron objetables, con mal olor y mal sabor (de acuerdo a lo expresado por la comunidad), algo muy preocupante para el consumo del agua por la población y por los exámenes de laboratorio.

Sin embargo, Calderón y Orellana (2015) en Cuenca, obtuvieron que los parámetros pH, dureza total y cloruros, según el análisis comparativo con los valores establecidos en la norma INEN 1108, cumplían satisfactoriamente con los requerimientos para la calidad de agua potable.

Es necesario destacar que en ninguna de las localidades estudiadas existen laboratorios de control de calidad del agua tratada en las plantas potabilizadoras (Diario El Herald, 2017). Cabe destacar que la planta potabilizadora de Ulba es considerada nueva pues fue implementada en el año 2015.

Parámetros microbiológicos

De acuerdo al límite máximo permisible según la normativa vigente, existió contaminación de coliformes totales y fecales en todas las áreas estudiadas, excepto en una. Por tanto, el agua distribuida por red en dichas localidades no es potable. De acuerdo a WHO (2005) y OMS (2016), un agua para consumo humano con un Número Más Probable (NMP) por 100 mL inferior a 1 es satisfactoriamente potable, lo cual no ocurre con el agua de las seis localidades mencionadas.

Esta situación es similar a la reportada por Calderón y Orellana (2015) para agua potable en diferentes campus de la Universidad de Cuenca, Ecuador, en la que los parámetros microbiológicos de coliformes totales y fecales estuvieron fuera de la norma NTE INEN 1108 en cinco de los siete campus investigados.

Coincidentemente, Salazar Coello, Viteri Poveda y Suarez Camacho también determinaron que los parámetros bacteriológicos (los niveles de coliformes fecales y *E coli*) en todos los sitios estudiados, sobrepasaron las normas nacionales establecidas para aguas de consumo humano directo sin tratamiento.

En Campeche, México, Isaac y colaboradores (2017) determinaron en el 36.17 % de las muestras de agua para consumo humano, organismos coliformes totales. El valor mínimo encontrado de Número Más Probable en cada 100 mL de agua (NMP/100 ml), fue de 2.2/100 mL, encontrándose presentes en algunas de ellas en cantidades superiores a 240/100 mL, por tanto, las muestras de agua para consumo humano no eran potable.

Las implicaciones de los resultados de la investigación tienen relación con el requerimiento hacia la implementación/mejoramiento lo más pronto posible de los siguientes aspectos: a) Limpieza del agua que llega a las plantas potabilizadoras para evitar contaminaciones por tierra, desechos orgánicos, basura y otros contaminantes; b) Procesos de potabilización en las plantas potabilizadoras (sedimentación, coagulación, floculación, filtración y cloración); c) Implementación de sistemas de control de calidad del agua antes y después de la potabilización, tal como se practica en la ciudad de Ambato, también perteneciente a la provincia de Tungurahua (El Heraldo, 2017); d) Modernización de las plantas potabilizadoras pues muchas de ellas han sobrepasado su vida útil; e) Vigilancia de la edad e integridad de las redes de distribución del agua potabilizada para evitar posibles contaminaciones en su trayectoria.

Lo señalado es urgente en las parroquias del segmento del corredor ecológico Llangantes-Sangay pues es compatible con lo que enfatiza la OMS (2017) sobre la grave situación de los habitantes de las zonas rurales en la mayoría de los países del planeta en los que la presencia de contaminación microbiológica en el agua potable gravita negativamente en la salud pública.

Además, en las localidades de Agoyán, Río Blanco, Río Verde, Río Negro, Mera y Shell, tal como es habitual en la zona para garantizar el consumo de agua potable, será obligatorio el uso de agua purificada embotellada ("botellones") o, en su defecto, el uso de métodos de desinfección del agua que llega a los domicilios y a establecimientos turísticos y gastronómicos, métodos como cloración, ebullición, filtración, ozonización, luz ultravioleta.

CONCLUSIONES

Excepto el agua de la localidad de Ulba, el agua de las redes municipales de las restantes localidades estudiadas, no es potable. Parámetros físico-químicos y microbiológicos sirvieron de base para conformar dicho criterio.

Las plantas potabilizadoras de agua de las localidades no disponen de laboratorios de control de calidad del agua tratada por lo que es necesario se implementen a la brevedad posible para salvaguardar la salud de los habitantes y turistas del sector.

Tal como es habitual en la zona para garantizar el consumo de agua confiable, es obligatorio el empleo de agua purificada embotellada ("botellones") o, en su defecto, el uso de métodos de desinfección del agua que llega a los domicilios y a establecimientos turísticos y gastronómicos, métodos como cloración, ebullición, filtración, ozonización o luz ultravioleta.

REFERENCIAS

- BirdLife International. (2016). Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Corredor Ecológico Llanganates-Sangay. Recuperado de: <http://www.birdlife.org>
- BirdLife International. (2017a). Forests of Hope site - Llanganates-Sangay Ecological Corridor, Ecuador. Recuperado de: <http://www.birdlife.org/worldwide/projects/forests-hope-site-llanganates-sangayecological-corridor-ecua>
- BirdLife International. (2017b). Corredor ecológico Llanganates-Sangay. Recuperado de: <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/corredor-ecol%C3%B3gico-llanganates-sangay-iba-ecuador>
- Borbolla-Sala, M.E., de la Cruz-Vázquez, L., Piña-Gutiérrez, O.E., de la Fuente - Gutiérrez, J.C., Garrido-Pérez, S.M. (2003). Calidad del agua en Tabasco. Salud en Tabasco, 9(1),170-177
- Camaren. (2014). Hacia una ley de aguas transformadora. Acceso universal al agua de consumo humano. Recuperado de: <http://www.camaren.org/documents/archivo5.pdf>
- Diario El Herald. (5 de junio 2017). Ambato posee agua de calidad. Diario El Herald, 1-3
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Quito, Ec. 218p. p.
- Gil Rodríguez M. Demanda bioquímica de oxígeno de efluentes con productos xenobióticos. Ingeniería en agua, 5(4),47-54.
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2016) Calidad Ambiental. Recuperado de: <http://rnn.tungurahua.gob.ec/#/programas/ver/524b1dbbbd92eab824000001>
- Icaza, M.I. (2014). El agua potable y su influencia en la calidad de vida de los moradores de la parroquia Lligua Centro del cantón Baños de Agua Santa provincia de Tungurahua. Tesis de Grado. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8316>
- Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas (ITAA). (2016). Parámetros y características de las aguas naturales. Recuperado de: <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>

- Isaac-Márquez, A.P., Lezama, C.M., Ku-Pech, P.P. y Tamay, P. (2017). Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. *Revista Salud Pública de México*. Recuperado de: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5803/6466>
- Loaiza, J.M. y Morales, G. (2002). Evaluación y análisis para la identificación de un corredor ecológico entre los parques nacionales Llanganates y Sangay: Una prueba de hipótesis con aves. Recuperado de: <https://books.google.es/books>
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2011). Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al Recurso Agua. Quito, Ec. 37p.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Subdirección de salud ambiental Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2015. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inc_a-2015_reducido.pdf
- Northeast Georgia Regional Development Center. (2014). Watershed Protection Plan Development Guidebook E:\APPENDIX B.doc B-1 Northeast Georgia Regional Development Center, Georgia, USA. Recuperado de: https://epd.georgia.gov/sites/epd.georgia.gov/files/related_files/site_page/devwtrplan_b.pdf
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). Saneamiento ambiental. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/envsan/es/
- ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A. (2012). Informe final. Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. OPS/OMS. Recuperado de: <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). La meta de los ODM relativa al agua potable y el saneamiento: el reto del decenio para zonas urbanas y rurales. ONG. Ginebra. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/mdg_es.pdf
- Ríos, G. y Reyes, C. (2015). Corredor ecológico Llanganates-Sangay: Un acercamiento hacia su manejo y funcionalidad. *YACHANA Revista Científica*, 4(2),11-21.
- Salazar Coello, V.G., Viteri Poveda, C.E Suarez Camacho, L.A. (2018). Características Físicas, Químicas y Microbiológicas del agua de consumo en las comunidades de Barcelona, Sinchal, Valdivia y San Pedro de la Parroquia Manglaralto. Provincia de Santa Elena, 2013. *Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias*. 2 (1), 690-713.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Proyectos emblemáticos en Tungurahua. SENPLADES. Ecuador Recuperado de: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/Proyectos-de-Inversi%C3%B3n-P%C3%BAblica-en-Tungurahua.pdf>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN1108. Agua potable. Requisitos. Quito-Ecuador. Recuperado de: <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- The Global Water Sampling Project. (2015). An investigation of water quality. New Jersey, USA. Recuperado de: <http://www.k12science.org/curriculum/waterproj/>
- World Health Organization (WHO). (2005). Guidelines for drinking-water quality. Water sampling and analysis. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/2edvol3d.pdf
- World Wildlife Fund (WWF). (2002). Ecological corridor helps plants, animals, and people in Ecuador. Recuperado de: http://wwf.panda.org/wwf_news/?5042/Ecological-corridor-helps-plants-animalsandpeople-in-Ecuador