



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3631>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo

Analysis of water quality through permissible limits (Tulsma) in the middle zone of the Cebadas parish, province of Chimborazo

Analysis of water quality through permissible limits (Tulsma) in the middle zone of the Cebadas parish, province of Chimborazo

María Belén Abarca Coronado ^I
mabelenabarca@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3107-5174>

Martha Vasco Lucio ^{III}
martha.vasco@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1377-7305>

Eduardo Antonio Muñoz Jácome ^{II}
eduardo.munoz@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4412-0664>

Guicela Ati Cutiupala ^{IV}
guicela.ati@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9779-2758>

Correspondencia: mabelenabarca@gmail.com

***Recibido:** 29 de agosto de 2023 ***Aceptado:** 20 de septiembre de 2023 * **Publicado:** 13 de octubre de 2023

- I. Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Ecuador.
- II. Máster, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.
- III. Ingeniera Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- IV. Ingeniera, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.

Resumen

La conservación de la vida acuática y la calidad del agua es eje importante en la preservación de los ecosistemas lo cual resulta fundamental para el desarrollo de la población, las prácticas agrícolas y ganaderas en los últimos años han ido incrementando y a su vez alterando las propiedades naturales de los recursos hídricos. Por lo que el objetivo del presente estudio fue analizar la calidad del agua de la parroquia Cebadas a través del cumplimiento de los límites permisibles planteados por el TULSMA bajo el criterio de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, además de tomar en cuenta el uso pecuario. Por lo que la zona de estudio se centra en la parroquia Cebadas que posee una extensión de 566,55 Km², siendo una de las más extensas de la provincia de Chimborazo, en donde se determinaron 27 puntos de muestreo en el páramo de la parroquia Cebadas tomando en consideración las fuentes de agua y las vías de acceso más cercanas. Con los análisis de agua se establecieron que los parámetros de DBO₅, pH, turbiedad y coliformes totales cumplen con los máximos permisibles establecidos en normativa por lo cual el recurso hídrico se encuentra en buen estado, mientras que los nitratos exceden estos límites permisibles en algunos puntos de muestreo, además del oxígeno disuelto que ninguno de los puntos analizados cumple con el mínimo requerido del 80% de oxígeno en el agua lo cual se debería primordialmente a factores ambientales que modifican el estado del agua en la zona.

Palabras Claves: Preservación; Calidad; Límites permisibles; TULSMA.

Abstract

The conservation of aquatic life and water quality is an important axis in the preservation of ecosystems, which is essential for the development of the population. Agricultural and livestock practices in recent years have been increasing and, in turn, altering the natural properties of water resources. Therefore, the objective of this study was to analyze the quality of the water of the Cebadas parish through compliance with the permissible limits proposed by the TULSMA under the quality criteria for the preservation of aquatic and wildlife life in fresh waters, in addition to take into account livestock use. Therefore, the study area focuses on the Cebadas parish, which has an area of 566.55 km², being one of the largest in the province of Chimborazo, where 27 sampling points were determined in the moor of the Cebadas parish. taking into consideration the nearest water sources and access roads. With the water analyzes it was established that the parameters of BOD₅, pH, turbidity

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

and total coliforms comply with the maximum permissible limits established in regulations, which is why the water resource is in good condition, while nitrates exceed these permissible limits in some points. sampling, in addition to dissolved oxygen, none of the analyzed points meets the required minimum of 80% oxygen in the water, which would primarily be due to environmental factors that modify the state of the water in the area.

Keywords: Preservation; Quality; Permissible limits; TULSMA.

Resumo

A conservação da vida aquática e da qualidade da água é um eixo importante na preservação dos ecossistemas, essencial para o desenvolvimento da população. As práticas agrícolas e pecuárias nos últimos anos têm vindo a aumentar e, por sua vez, a alterar as propriedades naturais da água. recursos. Assim, o objectivo deste estudo foi analisar a qualidade da água da freguesia de Cebadas através do cumprimento dos limites admissíveis propostos pela TULSMA no âmbito dos critérios de qualidade para a preservação da vida aquática e faunística em águas doces, além de ter em conta o uso do gado. Assim, a área de estudo centra-se na freguesia de Cebadas, que tem uma área de 566,55 km², sendo uma das maiores da província de Chimborazo, onde foram determinados 27 pontos de amostragem na charneca da freguesia de Cebadas. fontes de água mais próximas e estradas de acesso. Com as análises da água foi estabelecido que os parâmetros de DBO₅, pH, turbidez e coliformes totais atendem aos limites máximos permitidos estabelecidos na regulamentação, razão pela qual o recurso hídrico está em boas condições, enquanto os nitratos excedem esses limites permitidos em alguns pontos. Na amostragem, além do oxigênio dissolvido, nenhum dos pontos analisados atende ao mínimo exigido de 80% de oxigênio na água, o que seria devido principalmente a fatores ambientais que modificam o estado da água na área.

Palavras-chave: Preservação; Qualidade; Limites permitidos; TULSMA.

Introducción

Definir la calidad del agua desde un punto de vista integral significa ir más allá de sus propiedades fisicoquímicas o biológicas; pues involucra tomar en cuenta el marco ecológico, así como los usos y la importancia que la sociedad les otorga (Hart et al., 1999). Evaluar y aceptar convenientemente los servicios que otorga el recurso hídrico puede evitar la degradación ambiental, sobre todo en

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

momentos de alto crecimiento poblacional y mayor presión territorial (Postel, S.L. y B.H. Thompson, 2005).

En la actualidad, la cantidad de agua disponible y la calidad son requerimientos indispensables de una población por lo que diagnosticar problemas con el recurso hídrico, encontrar variables y los medios necesarios para hacerlo es fundamental (Ramírez, 2021). El progreso de una sociedad está ligado de manera principal a su capacidad para utilizar, proteger y regenerar sus recursos hídricos bajo el criterio de conservar su estado puramente físico, sin dejar de lado la vida acuática (Aguilar Ibarra, 2010). Analizar la calidad de los cuerpos de agua nos permite identificar si han ido perdiendo gradualmente su nivel de pureza (Ouellet, 2018), existen muchos medios contaminantes que alteran sus propiedades naturales, motivo por el cual la presencia de sustancias orgánicas como plaguicidas, detergentes, nutrientes vegetales, pueden provocar un crecimiento acelerado de especies acuáticas que limitan la cantidad de oxígeno del agua lo que pone en riesgo la vida acuática (Guadarrama et al., 2016).

Ecuador posee una amplia y abundante red hídrica que se enriquece del deshielo de sus nevados, sin embargo, los asentamientos humanos y actividades agrícolas son las principales causas de contaminación (Izurieta et al., 2019); la provincia de Chimborazo ejerce la agricultura como principal actividad económica (Prefectura de Chimborazo, 2020), a pesar de ello, la contaminación no puntual que proviene en gran parte de la agricultura y de los habitantes rurales es difícil de detectar y limitarla, por lo que aplicar medidas no estructurales de difusión y concientización es esencial (Cirelli, 2012). La parroquia Cebadas tiene una gran importancia socioeconómica, debido a que cuenta con grandes reservorios de agua que pueden ser aprovechados por los seres humanos y la alta diversidad de especies que habitan en sus alrededores (Lema et al., 2016), la predominancia de páramo contribuye a la generación y almacenamiento de las fuentes de agua de la parroquia (GAD Cebadas, 2015). Por el contrario, el desarrollo constante de actividades agrícolas y pecuarias han provocado la disminución de las fuentes de recarga hídrica e indicios de contaminación en el recurso hídrico (Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, F. J., 2013).

El propósito de esta investigación es analizar la calidad de agua de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo, con el fin de identificar si cumple con los límites permisibles como cuerpo natural establecidos por el TULSMA para generar información útil que optimice la gestión integral de los recursos hídricos y la conservación de la vida acuática y silvestre.

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

Metodología

a. Área de estudio

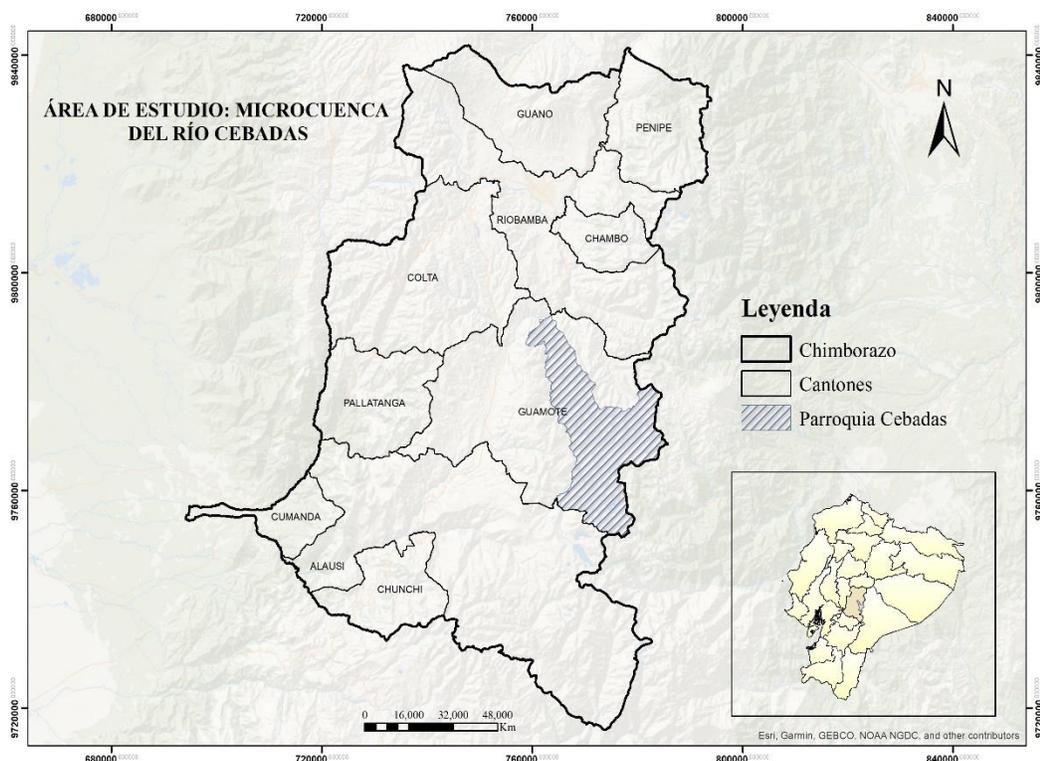


Figura 1. Área de estudio Microcuenca del Río Cebadas

La parroquia Cebadas pertenece al cantón Guamote, localizada en la parte central del callejón interandino, al sur de Quito, a 35 Km de la ciudad de Riobamba y comprende un territorio de 566,55 Km², constituyéndose la segunda parroquia más extensa de las que integran la provincia de Chimborazo (GAD Cebadas, 2021) (Figura 1).

El área de estudio definida para la toma de muestras de agua se limitó en su mayoría al páramo de la parroquia Cebadas que cuenta con un área de 313,30 Km², sin embargo, algunos puntos analizados se encuentran aledaños. Dicha parroquia, posee una altitud que oscila desde los 2.600 hasta 4.640 m.s.n.m, su temperatura media anual es de 13,7°C, los climas varían de acuerdo con la época por lo que en invierno es húmedo y frío durante los meses de octubre a mayo, mientras que en verano es cálido, seco y ventoso en los meses de junio a septiembre, además posee una humedad relativa del 96,8% y una precipitación promedio de 681 mm (GAD Cebadas, 2021).

b. Puntos de muestreo

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo



Figura 2. Puntos de muestreo de agua en la zona media de la parroquia Cebadas.

Los puntos de muestreo de agua definidos se localizan en la parroquia Cebadas, por consiguiente, se seleccionaron las fuentes de agua más cercanas a los puntos de fácil acceso, como resultado de ello se definieron 27 puntos de muestreo (tabla 1), gran número de estos puntos se encuentran en el páramo de la parroquia, tal como se ilustra en la (Figura 2).

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo de agua

Puntos	X	Y
1	777897	9767857
2	777931	9767878
3	778014	9767742
4	777940	9767745
5	776856	9767844
6	776742	9767989
7	776347	9768140
8	776256	9768238
9	776136	9767944
10	775274	9768076

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

11	774957	9768236
12	774616	9768187
13	773324	9768197
14	773151	9768166
15	771965	9768352
16	771692	9768491
17	771327	9768491
18	770781	9768523
19	769518	9768035
20	767395	9768412
21	767363	9768583
22	767323	9769685
23	767316	9770050
24	765614	9772352
25	765024	9772694
26	763860	9775570
27	763949	9778671

Métodos

Con los resultados de laboratorio de cada punto de muestreo se procedió a analizar el cumplimiento de los límites permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana, en la tabla 2 sobre los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre para aguas dulces (TULSMA, 2015). En vista de que es necesario analizar algunos parámetros del agua para evaluar como las actividades antropogénicas intervienen en la conservación de la vida natural de los ecosistemas, si causan alteraciones en ellos, o incluso para el desarrollo de actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura (Acuerdo ministerial 097, 2015). Sin embargo, para el presente estudio no se analizarán todos los parámetros establecidos en la Tabla 2, sino los considerados como más relevantes, entre ellos se encuentra la Demanda Bioquímica de Oxígeno, el Potencial de Hidrógeno, Nitratos y Oxígeno Disuelto (Tabla 2).

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo

Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces (Tabla 2 en normativa TULSMA).

<i>PARÁMETROS</i>	<i>EXPRESADOS COMO</i>	<i>UNIDADES</i>	<i>Criterio de calidad para agua dulce</i>
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	DBO ₅	mg O ₂ /L	20
<i>Potencial de Hidrógeno</i>	pH	unidades de	6,5 - 9
<i>Nitratos</i>	NO ₃	mg/L	13
<i>Oxígeno Disuelto</i>	OD	% de saturación	> 80

Tabla 2 modificada de (TULSMA, 2015)

No obstante, pese a que los siguientes parámetros no se encuentran en la tabla 2 también se analizó el valor de Turbiedad considerando el criterio de condición natural + 5% en la que la turbidez natural varía de 0 a 50 UTN (Unidad de Turbidez Nefelométrica) (Acuerdo ministerial 097, 2015) y de Coliformes Totales, debido a que el TULSMA propone su estudio para descartar una presunción de contaminación, a pesar de ello, no establece máximos permisibles, por lo que se tomará como referencia el valor establecido bajo el criterio de calidad para uso pecuario (TULSMA, 2015).

Resultados y discusión

Análisis e interpretación de resultados

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo

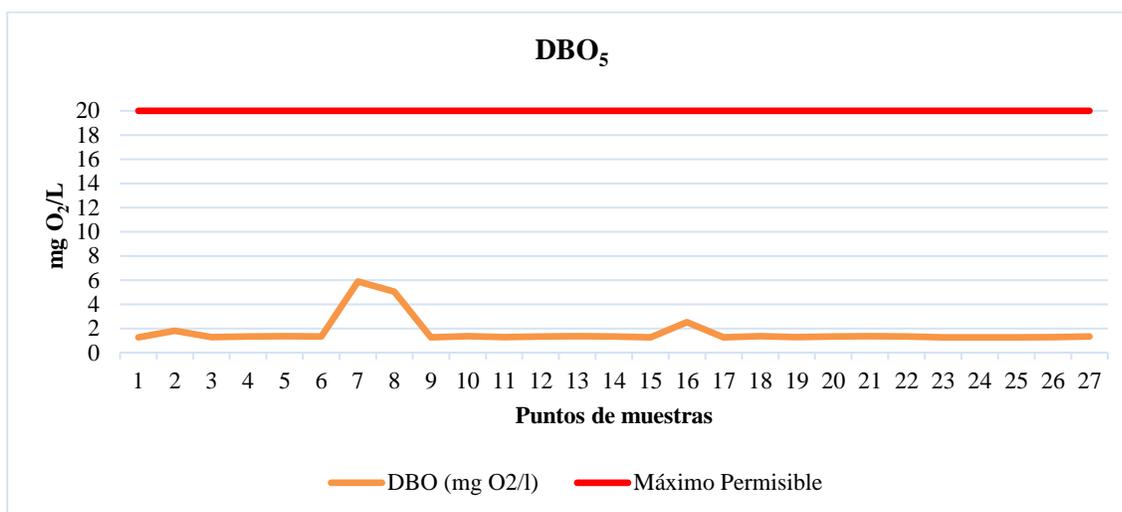


Figura 3. Máximo Permissible DBO₅

El máximo permisible establecido en normativa para la Demanda Bioquímica de Oxígeno es de 20 mg O₂/L, por lo que en los 27 puntos muestreados se cumple con lo establecido ya que los resultados se encuentran de 1,26 a 5,88 mg O₂/L (Figura 3). La DBO₅ nos permite identificar la cantidad de materia orgánica presente en el agua (Muñoz et al., 2012) lo que significa que al poseer niveles bajos de materia orgánica la calidad de agua del páramo de la parroquia Cebadas no se encuentra contaminada (Fraser et al., 1995) y el desarrollo de la vida acuática no es afectado conforme a lo establecido por este parámetro.

Potencial de Hidrógeno (pH)

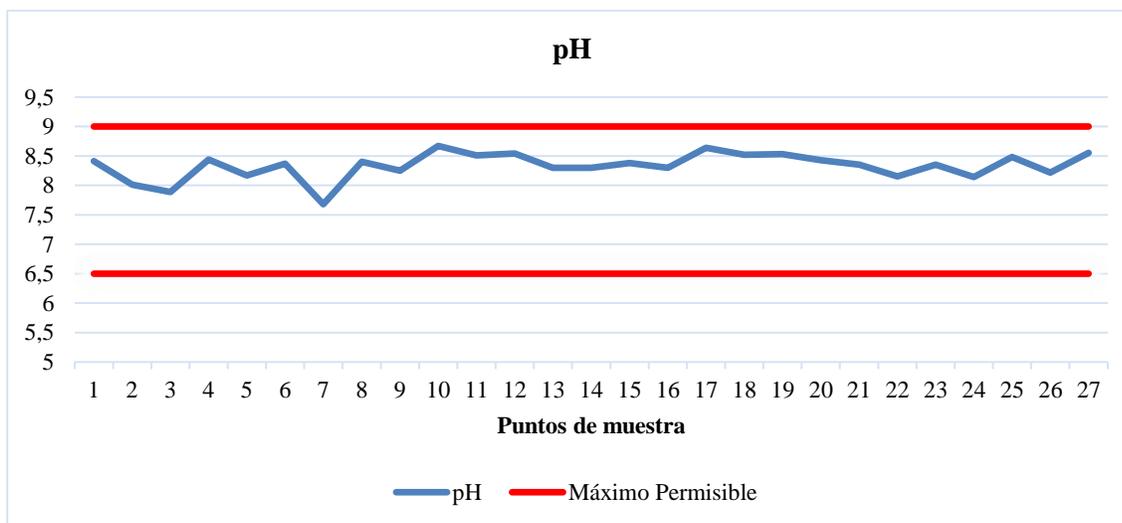


Figura 4. Máximos Permisibles de pH

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo

Los niveles de pH identificados oscilan entre valores de 7,68 a 8,64, de manera que cumple con los límites máximos establecidos en normativa porque no excede las 9 unidades de pH y tampoco se encuentran valores inferiores a 6 unidades de pH (Figura 4). Al cumplir el rango que establece el TULSMA, quiere decir que el agua no tiene presencia significativa de metales, ya que si se tendría una cantidad elevada sus valores de pH serían inferiores a 4 (Pedrozo et al., 2010) lo que podría provocar muerte de peces y especies acuáticas en general.

Nitratos

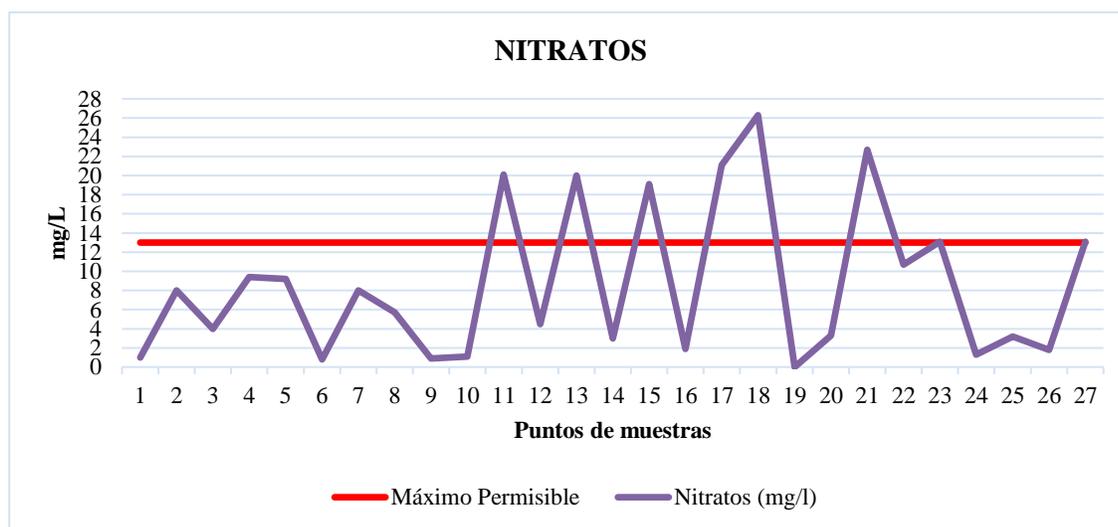


Figura 5. Máximos Permisibles de Nitratos

En su mayoría gran parte de los puntos muestreados cumplen con el máximo permissible establecido para los Nitratos que es 13 mg/L, sin embargo, los puntos 11, 13, 15, 17, 18 y 21, superan el máximo con los siguientes valores: 20,1; 20; 19,1; 21,1; 26,3 y 22,7; respectivamente (Figura 5). Concentraciones elevadas de nitratos en el agua pueden estar relacionadas a la práctica de actividades agrícolas cercanas a las fuentes de agua relacionadas con el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados (Roldán et al., 2014) y por la acumulación de excremento de animales que es arrastrada a los ríos (Berdonces, 2008).

Oxígeno Disuelto

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo

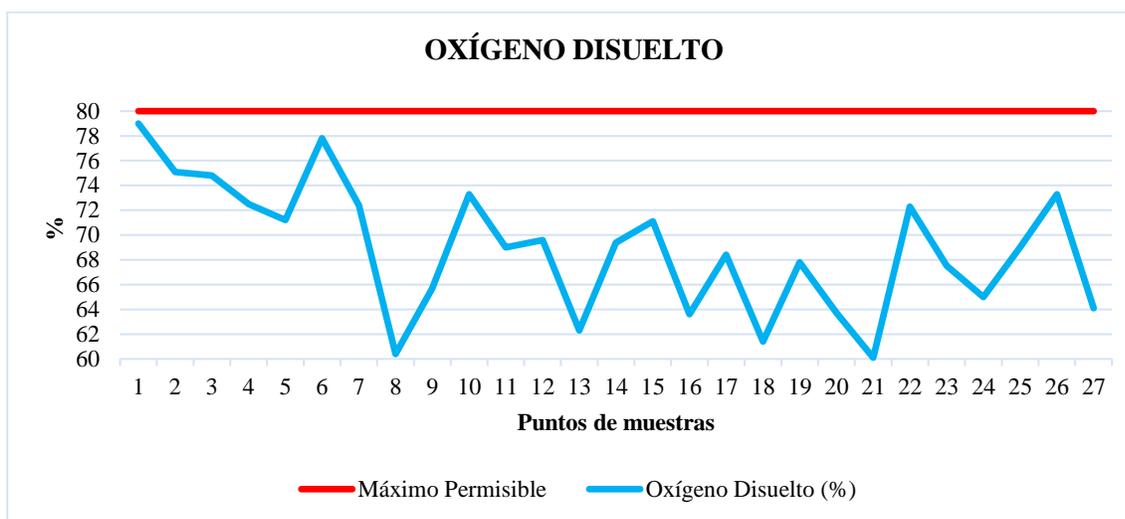


Figura 6. Máximo Permissible de Oxígeno Disuelto

Los niveles de oxígeno disuelto obtenidos en cada punto son bajos y no cumplen con los requerimientos de normativa ya que deben ser mayores al 80%, por lo que al existir una deficiencia de oxígeno podría verse afectada la preservación de la vida acuática en base al análisis de este parámetro (Carrillo et al., 2012). Los puntos que poseen los niveles más bajos de oxígeno disuelto corresponden a los puntos: 8, 13, 18 y 21 con porcentajes de 60,4%; 62,30%; 61,4% y 60,1%; respectivamente (Figura 6).

Turbiedad

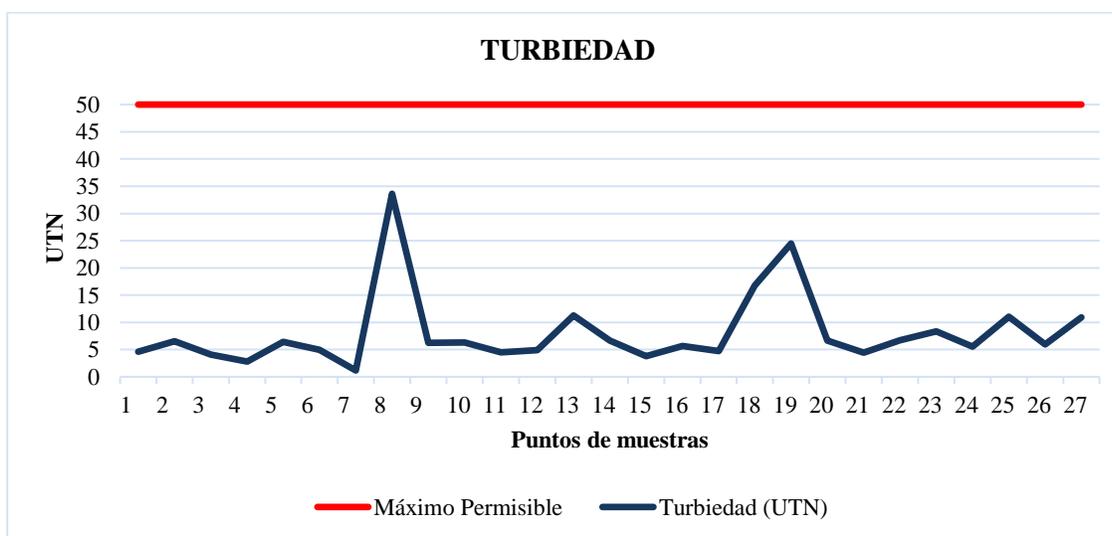


Figura 7. Máximo Permissible de Turbiedad

Considerando la turbiedad del cuerpo de agua a una condición natural de +5%, el valor máximo permissible es de 50 UTN, lo que significa que todos los puntos de muestreo analizados cumplen con

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo

lo establecido en normativa ya que los resultados oscilan entre valores de 1,17 a 33,62 UTN (Figura 7). Lo que significa que los puntos de muestreo poseen una cantidad mínima de partículas suspendidas y material coloidal (Guzmán et al., 2013), que cuando está presente en exceso provoca turbiedad en el agua.

Coliformes Totales

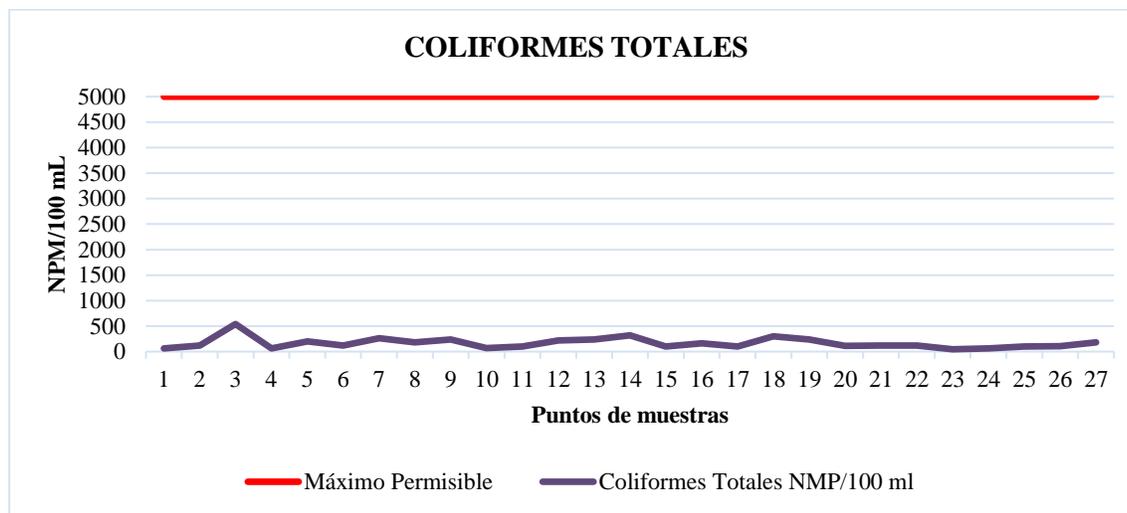


Figura 8. Máximo Permissible de Coliformes Totales

Considerando el criterio de coliformes totales para uso de agua pecuario en la tabla 8 del TULSMA, se puede identificar que los valores cumplen con el máximo permissible, ya que los valores son sumamente bajos y se encuentran en un rango de 45 a 540 npm/100 ml (Figura 8). Es importante mencionar que los coliformes son otro indicador de contaminación y de calidad del agua (Fernández-Santisteban, 2017).

Discusión

Según los parámetros analizados, gran parte de ellos cumplen con los límites permisibles estipulados en normativa, entre ellos el DBO₅, pH, turbiedad y coliformes totales, esto puede deberse a que no hay industrias cercanas, actividades comerciales y prestaciones de servicios que generarían gran cantidad de descargas contaminantes (Martínez et al., 2010), que afecten todos los parámetros en especial la DBO₅. No obstante, el valor de Oxígeno Disuelto es relativamente bajo en todos los puntos de muestreo analizados, es decir, ninguno supera el 80% de oxígeno disuelto (Figura 6), que es el mínimo que se requiere para cumplir con los requerimientos de la tabla 2 del TULSMA, motivo por el cual sería un indicador de que calidad del agua no es buena y que la vida acuática estaría en peligro,

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

sin embargo, es importante mencionar que la concentración de oxígeno disuelto en el agua de los ríos va a depender de varios factores como la altitud, la temperatura, los procesos de producción primaria y la descomposición de la materia orgánica (Toro et al., 2002). Además, según (Jacobsen et al., 2003), el factor más determinante e influyente en la variabilidad de las características físicas y químicas en ríos altoandinos es el fuerte gradiente altitudinal de Los Andes.

El parámetro de los Nitratos tampoco cumple con el máximo permisible de 13 mg/L en algunos de los puntos muestreados (Figura 5), esto se debe al desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas, que producto de las lluvias o actividades de escorrentía producen contaminación en el agua (EPA, 2006), tal como lo establece (Ríos et al., 2021) las precipitaciones no sólo aumentan los caudales de los ríos sino que producen que los materiales acumulados en el fondo por sedimentación se remuevan y aumenten la concentración de ciertos factores, en este caso de los nitratos.

Según (Espinosa Quiñones, 2019), en un estudio realizado en la parroquia Cebadas sobre la pérdida del páramo con el transcurso del tiempo se menciona que están relacionadas a las actividades de pastoreo y el avance la frontera agrícola que limita la disponibilidad de esponjas de agua en el páramo, sin embargo, es importante mencionar que en el período 2013-2019 ya se evidenció una disminución del 25% del porcentaje total de zona natural de páramo, lo que quiere decir que a la actualidad la actividad antrópica pudo haber tomado una predominancia más significativa y por tal motivo en los resultados del presente estudio algunos parámetros de la calidad del agua se muestran alterados. Otro dato importante a considerar es que las comunidades del territorio en estudio tratan de conservar el páramo en su mayoría en la parte alta de la cuenca, mientras que la zona baja o de transición y media son las que mayormente se ven alteradas por actividades ganaderas, y agrícolas de especies endémicas de Cebadas, entre estas especies se encuentra la quinua, cebada, chocho, maíz y haba (Espinosa Quiñones, 2019).

Conclusiones

Según los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre establecidos por el TULSMA, la demanda bioquímica de oxígeno, los niveles de pH y de turbiedad cumplen en su totalidad con los máximos permisibles, mientras que los nitratos no cumplen con el máximo establecido en algunos de los puntos muestreados y con respecto al oxígeno disuelto ninguno de los puntos cumple con lo estipulado, al no tener concordancia con los otros parámetros se asume que está relacionado a otros factores ambientales como la altitud.

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

Para el análisis de cumplimiento de los coliformes totales se tomó el criterio de calidad de agua para uso pecuario, criterio bajo el cual todos los puntos muestreados presentan valores bajos y cumplen con el máximo permisible, lo que quiere decir que no existe contaminación bacteriana.

Referencias

- Fraser A., Meybeck M., Ongley E. (1995). Water Quality of World River Basins. Environmental Canada on behalf of UNEP.
- Acuerdo ministerial 097. (2015). REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2. Quito-Ecuador: Lexis Finder.
- Aguilar Ibarra, A. (2010). Calidad del agua. Un enfoque multidisciplinario. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.
- Berdonces, J. L. (2008). La problemática del tratamiento del agua potable. *Medicina naturista*, 2(2), 22-28.
- Carrillo López, D., Carvajal Aguilar, S., Coto Campos, J., Salgado Silva, V., Herrera Núñez, J., Rojas Cantillano, D., & Benavidez, C. (2012). Variación del oxígeno disuelto en el Río Burío-Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica. Costa Rica: Observatorio Ambiental.
- Cirelli, A. F. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química viva*, 11(3), 147-170.
- EPA (Environmental Protection Agency). (2006). Global Anthropogenic Non-CO2 greenhouse gas emissions: 1990-2020. United States Environment Protection Agency, USA, 274.
- Espinosa Quiñones, K. A. (2019). Cambio de uso del suelo en las comunidades: Gaurón, Illshbug, San Vicente, Utucún y Vía Oriente pertenecientes a la parroquia rural Cebadas, cantón Guamate, provincia de Chimborazo, año 2013–2019, para evaluar la pérdida de páramo.
- Fernández-Santisteban, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. CIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 51 (2), 70-73.
- GAD Cebadas. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Cebadas, Riobamba-Ecuador.
- GAD Cebadas. (2021). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Cebadas.
- Guadarrama-Tejas, R., Kido Miranda, J., Roldan Antunez, G., Salas Salgado, M., Mata-García, M., & VÁZQUEZ-BRIONES, M. D. C. (2016). Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 1-10.

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

- Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C., & García, R. (2013). Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 253-262.
- Hart, B.T., B. Maher e I. Lawrence. (1999). New generation water quality guidelines for ecosystem protection. *Freshwater Biology*, 41(2):347-359.
- Izurieta, R., Campaña, A., Calles, J., Estévez, E., & Ochoa, T. (2019). Calidad del agua en Ecuador. *Calidad del Agua en las Américas*, 284.
- Jacobsen, D., S. Rostgaard & J.J. Vasconez. (2003). Are macroinvertebrates in high altitude streams affected by oxygen deficiency? *Freshwater. Biol*, 48(11): 2025-2032.
- Lema, A. V. G., Guadalupe, C. S. A., Vaca, G. M. Z., & Cañizares, J. F. R. (2016). El valor económico ambiental de los usuarios del servicio hidrológico de la Microcuenca del Río Cebadas, Provincia de Chimborazo. *SATHIRI*, 206-219.
- Martínez, F. C., Silva, F. B., & Chávez, J. F. M. (2010). Control inicial en la descarga de aguas residuales industriales y comerciales. *Conciencia Tecnológica*, (39), 43-49.
- Muñoz-Nava H., Suárez-Sánchez J., Vera-Reyes A., Orozco-Flores S., Batlle-Sales J., Ortiz-Zamora A.J., MendoliaArgüelles J. (2012). Demanda bioquímica de oxígeno y población en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala,. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 27-38.
- Ouellet, L. P. (2018). *Gestión para la defensa del agua y el territorio en Xalapa, Veracruz*. . México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pedrozo, F. L., Díaz, M. M., Temporetti, P. F., Baffico, G. D., & Beamud, S. G. (2010). Características limnológicas de un sistema ácido: río Agrio-Lago Caviahue, Provincia del Neuquén, Argentina. *Ecología austral*, 20(2), 173-184.
- Postel, S.L. y B.H. Thompson. (2005). Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services. *Natural Resources Forum*, 29(2):98-108.
- Prefectura de Chimborazo. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Riobamba-Chimborazo.
- Ramírez, C. A. (2021). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U.
- Ríos Rodríguez, FA, Abril Saltos, RV, Carvajal, EX, López Adriano, KP, & Rodríguez Naranjo, HE. (2021). Concentracion de nitratos, fosfatos, tensoactivos y su relacion con las precipitaciones en el rio Puyo. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* , 42 (3), 3-21.

Análisis de calidad de agua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas,
provincia de Chimborazo

- Roldán, E. M., Rodríguez, E. E., & Fernández, M. (2014). Aspectos sanitarios de las fuentes no conectadas a la red de abastecimiento de agua para consumo humano. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 14 (1): 1179-1189.
- Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, F. J. (2013). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre económico*, 12(23), 13-34.
- Toro, M., Robles, S., Avilés, J., Nuño, C., Vivas, S., Bonada, N., ... & Pardo, I. . (2002). Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas. *Limnetica*, 21(3-4), 63-75.
- TULSMA. (2015). 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, Ecuador: Ministerio del Ambiente.

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).