



*Evaluación de calidad del agua de los ríos canuto y carrizal en época seca,
Manabí, Ecuador*

*Evaluation of water quality of the canuto and carrizal rivers in the dry season,
Manabí, Ecuador*

*Avaliação da qualidade da água dos rios canuto e carrizal na estação seca,
Manabí, Equador*

Douglas Valentín Ganchozo-Cedeño ^I
dganchozo6107@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6515-3284>

Maddela Naga-Raju ^{II}
mnaga@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7893-0844>

Correspondencia: dganchozo6107@utm.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2022 * **Aceptado:** 12 de julio de 2022 * **Publicado:** 26 de agosto de 2022

- I. Licenciado en ciencias de la educación mención química y biología, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

Actualmente, el cambio climático y estrés hídrico han provocado una limitación de agua limpia en todo el planeta, lo que conlleva a la pérdida de la biodiversidad; otro factor importante es la escasez de monitoreo para evaluar la calidad del agua, por este motivo, el objetivo de este estudio fue analizar la calidad del agua en época seca de los ríos Canuto y Carrizal en los cantones Bolívar, Chone y Tosagua, en la provincia de Manabí, Ecuador. Se tomaron muestras de 10 puntos diferentes, 5 en el primer afluente y 5 en el segundo, para cuantificar: orto fosfatos, el pH, los sólidos disueltos totales (TDS), la temperatura y la conductividad eléctrica (CE) mediante el uso de procedimientos estándar para el análisis del agua. Se encontró que la concentración máxima de orto fosfatos en el río Carrizal era de 9.707 mg/L; y los valores máximos de pH (8,33), SDT (339 ppm) y EC (721 μ S/cm) se encontraron en el río Canuto. Las temperaturas oscilaron entre 29 y 33.5 grados centígrados en ambos afluentes. En base a los datos encontrados en ambos cuerpos de agua el río Canuto denota valores mayoritarios de TDS, CE y pH; en cambio el río Carrizal muestra valores más altos de orto fosfato.

Palabras clave: Calidad de agua; Fosfato; Ríos; Época seca.

Abstract

Currently, climate change and water stress have caused a limitation of clean water throughout the planet, which leads to the loss of biodiversity; Another important factor is the scarcity of monitoring to assess water quality. For this reason, the objective of this study was to analyze the water quality in the dry season of the Canuto and Carrizal rivers in the Bolívar, Chone and Tosagua cantons, in the Manabi province, Ecuador. Samples were taken from 10 different points, 5 in the first tributary and 5 in the second, to quantify: orthophosphates, pH, total dissolved solids (TDS), temperature and electrical conductivity (EC) using standard procedures. for water analysis. The maximum concentration of orthophosphates in the Carrizal River was found to be 9,707 mg/L; and the maximum values of pH (8.33), TDS (339 ppm) and EC (721 μ S/cm) were found in the Canuto River. Temperatures ranged between 29 and 33.5 degrees Celsius in both tributaries. Based on the data found in both bodies of water, the Canuto river denotes majority values of TDS, EC and pH; On the other hand, the Carrizal River shows higher values of orthophosphate.

Keywords: Water quality; Phosphate; Rivers; Dry season.

Resumo

Atualmente, as mudanças climáticas e o estresse hídrico têm causado uma limitação de água potável em todo o planeta, o que leva à perda da biodiversidade; Outro fator importante é a escassez de monitoramento para avaliar a qualidade da água, por isso o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da água na estação seca dos rios Canuto e Carrizal nos cantões Bolívar, Chone e Tosagua, no município de Manabi. província, Equador. Amostras foram retiradas de 10 pontos diferentes, 5 no primeiro afluente e 5 no segundo, para quantificar: ortofosfatos, pH, sólidos totais dissolvidos (TDS), temperatura e condutividade elétrica (CE) utilizando procedimentos padrão para análise de água. A concentração máxima de ortofosfatos no Rio Carrizal foi de 9.707 mg/L; e os valores máximos de pH (8,33), TDS (339 ppm) e CE (721 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foram encontrados no Rio Canuto. As temperaturas variaram entre 29 e 33,5 graus Celsius em ambos os afluentes. Com base nos dados encontrados nos dois corpos d'água, o rio Canuto denota valores majoritários de TDS, EC e pH; Por outro lado, o Rio Carrizal apresenta valores mais elevados de ortofosfato.

Palavras-chave: Qualidade da água; Fosfato; Rios; Estação seca.

Introducción

La pérdida de calidad de las aguas superficiales provoca daños al metabolismo de especies animales y vegetales, además de causar daños en los hábitats de estos seres vivos por la acumulación de especies químicas procedentes de las actividades antropogénicas; por este motivo, es importante hacer monitoreo constantes de la calidad hídrica, para prevenir un aumento de la contaminación y desarrollar estrategias dirigidas a la remediación de los cuerpos de agua contaminados (Hernández-Baranda et al., 2021).

Actualmente, el cambio climático y estrés hídrico han provocado una limitación de agua limpia en todo el planeta, lo que conlleva a la pérdida de la biodiversidad y el deterioro parcial o total de fuentes de alimentación, generando pérdidas de seres vivos irreparables (Marañón et al., 2021). En la provincia de Manabí, Ecuador, actividades como la agricultura, agroindustrias, ganadería, entre otras actividades antropogénicas, que pueden provocar una mayor disponibilidad de

elementos químicos como el fósforo y nitrógeno alterando la calidad del agua, proveniente de fuentes naturales.

Existen diferentes actividades antropogénicas que pueden ocasionar problemas de contaminación y las evaluaciones en las características físico-químicas del agua pueden hacer una gran diferencia (Hernandez-Alvarez et al., 2021). En los cantones Bolívar, Chone y Tosagua de la provincia de Manabí, no se han realizado investigaciones sobre la calidad de sus afluentes correspondientes a los ríos Canuto, Chone y Carrizal; por este motivo, se considera importante hacer un estudio en dos de sus afluentes principales como lo son los ríos Canuto y Carrizal, los cuales desembocan en el humedal la Segua, ecosistema de importancia Ramsar, que alberga a una gran cantidad de especies que dependen de la calidad del agua de estos importantes ríos.

El agua constituye un elemento indispensable para la vida y para las actividades humanas. La valoración de la calidad del agua es sumamente importante porque no solo afecta a los seres vivos que dependen de este importante recurso, de manera indirecta la calidad hídrica puede traer consecuencias económicas y sociales a determinados territorios (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017). En los cantones antes mencionados, el agua es muy importante para realizar actividades económicas como la agricultura, ganadería, acuicultura, entre otras; por dichas actividades es que demandan mantener los niveles de contaminación en el recurso hídrico bajo según estándares internacionales; por este motivo, los monitoreo deben de ser constantes, y, por consiguiente, el objetivo de este estudio es: analizar la calidad del agua de los ríos Canuto y Carrizal en época seca.

Materiales y métodos

Puntos de muestreo

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Manabí en los cantones: Bolívar, Chone y Tosagua en el curso de los ríos Canuto y Carrizal. En una zona caracterizada por una gran cantidad de precipitaciones mayormente registradas en los meses de enero-mayo alcanzando un máximo de 161 mm. Las coordenadas proyectadas en sistema WGS 84 se observarán en la Tabla (1) y los puntos reflejados en la Figura (1).

Los puntos donde se tomaron las muestras, se consideraron en base a la accesibilidad de los mismos, a la ubicación cuando se unen con microcuencas y a los sectores como al ingreso y salida de zonas con alta densidad poblacional.

Figura 1:. Puntos de muestreo.

| Rio | Puntos | Características del sector | X | Y |
|-----------------|--------|---|----------|-----------|
| Canuto | 1 | Nacimiento del rio canuto a partir del rio grande. | 600707,1 | 9911078,4 |
| | 2 | Unión con la quebrada olla vieja. | 598224,5 | 9911293,4 |
| | 3 | Ingreso al casco urbano de la parroquia Canuto. | 597644,8 | 9911526,8 |
| | 4 | Salida del casco urbano de la parroquia Canuto. | 595803,4 | 9912362,9 |
| | 5 | Paso por zonas agrícolas del cantón Bolívar y Tosagua | 588745,3 | 9913465,3 |
| Carrizal | 1 | Agua proveniente de fuentes naturales en la represa la Esperanza. | 602996 | 9901467,1 |
| | 2 | Ingreso al casco urbano del cantón Bolívar. | 594685,9 | 9905897,5 |
| | 3 | Salida del casco urbano del cantón Bolívar. | 593193,8 | 9906167,5 |
| | 4 | Ingreso al casco urbano del cantón Tosagua. | 587766,5 | 9909519,1 |
| | 5 | Salida del casco urbano del cantón Tosagua. | 585519,4 | 9913092,2 |

Fuente: Elaboración propia

Las muestras se tomaron directamente del curso de los ríos en los puntos establecidos el 12 de noviembre del 2021, en época seca donde existiría una mayor concentración de especies químicas contaminantes como fosfatos, nitratos, óxidos, sales, entre otros. Las muestras se tomaron por triplicado y estas se ubicaron en botellas plásticas de 360 mL nuevas; en el campo se analizaron

parámetros como sólidos disueltos totales (TDS), conductividad eléctrica (CE) y temperatura por triplicado. En el laboratorio central de la universidad técnica de Manabí se analizó ortofosfato y potencial de hidrógeno (pH) una vez las muestras llegaron a temperatura ambiente, los métodos, equipos y las técnicas utilizadas para el análisis se encuentran en la Tabla (2).

Fuente: Elaboración propia

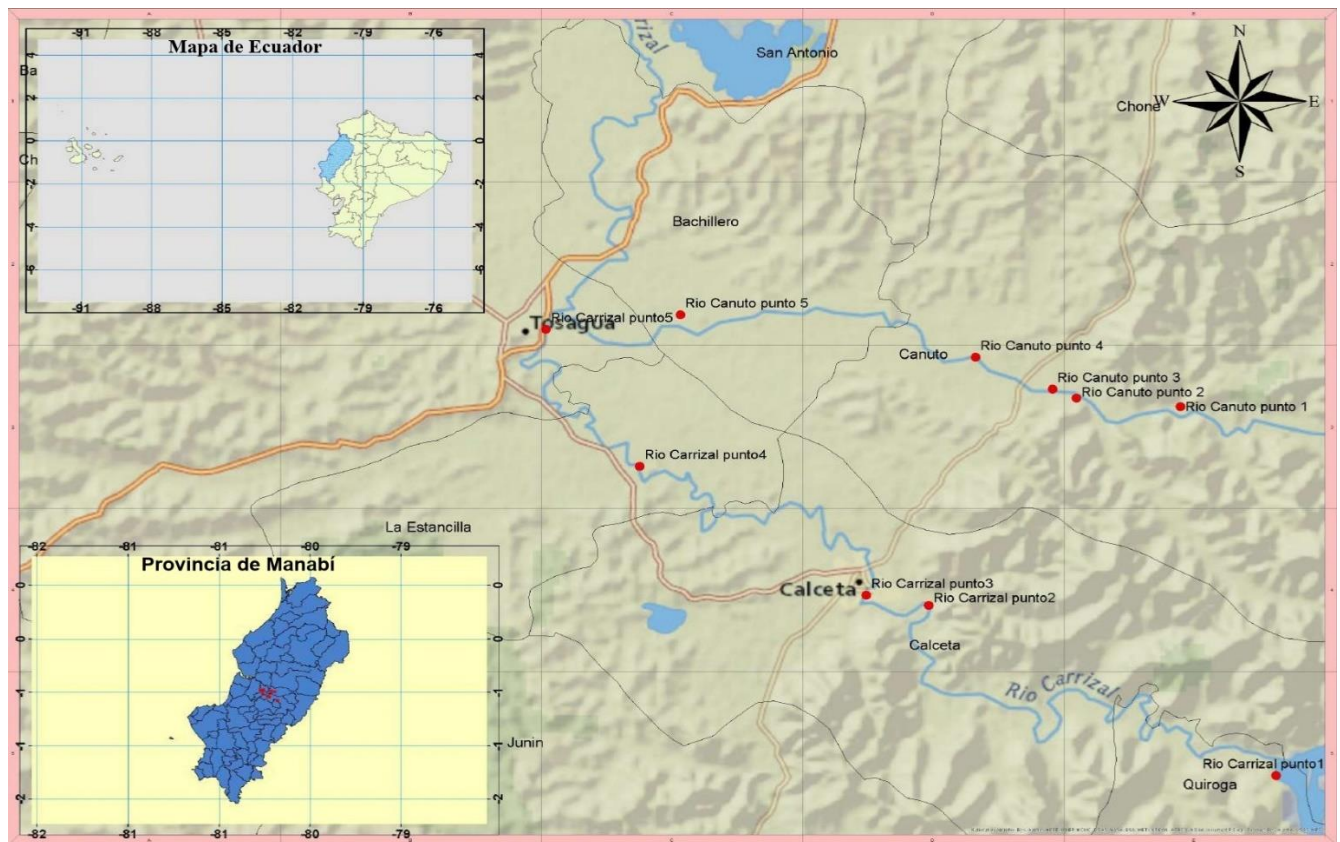


Figura 2: Puntos donde se tomaron las muestras.

Materiales y equipos

En el presente estudio, para determinar el pH se usó un pH metro Accumet ab 150, para cuantificar la conductividad eléctrica, temperatura y sólidos disueltos totales se usó un medidor multiparámetros TDS meter modelo YL-TDS2-A; para cuantificar orto fosfato en agua se aplicó el método vanadato-molibdato con un espectro fotómetro ultravioleta-visible modelo UV-VIS Evolution 60 S, el cual se colocó a una longitud de onda 420 nm.

Análisis estadístico

Los resultados correspondientes a la calidad del agua de los ríos Canuto y Carrizal se presentaron usando estadística descriptiva. Se aplicó un análisis de correlación Spearman entre las variables ya que no presentan distribución normal (determinada con un test de Shapiro Wilk), para identificar si existe correlación entre las variables, para lo cual se usó el programa INFOSTAT.

Tabla 2. Equipos y técnicas usadas en los análisis.

Resultados y discusión

En el análisis de orto fosfato se tomó en consideración la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes ya que no hay regulaciones para este elemento en aguas superficiales, norma que establece como límite de descarga a un cuerpo de agua dulce de fósforo total 10mg/L; en el caso del pH los límites permisibles para aguas de consumo humano y de la misma manera para las aguas de uso doméstico que pueden variar entre 6 y 9 (Ministerio de ambiente, 2011).

Figura 3: Valores de orto fosfato y pH en el río Canuto y Carrizal.

| Río | Repeticiones | Concentración de orto fosfato en mg/L | pH | Valores de solidos disueltos totales (TDS) en ppm | Valores de temperatura en grados centígrados | Valores de conductividad eléctrica en $\mu\text{S/cm}$ |
|--------|--------------|---------------------------------------|------|---|--|--|
| Canuto | Punto 1 A | 3,54 | 7,32 | 182,00 | 30,60 | 387,00 |
| | B | 3,94 | 7,68 | 181,00 | 30,60 | 385,00 |
| | C | 4,59 | 8,33 | 181,00 | 30,60 | 385,00 |
| Canuto | Punto 2 A | 6,05 | 8,04 | 201,00 | 30,10 | 427,00 |
| | B | 4,19 | 7,95 | 202,00 | 30,10 | 429,00 |
| | C | 4,35 | 7,95 | 201,00 | 30,10 | 427,00 |
| Canuto | Punto 3 A | 3,54 | 7,79 | 210,00 | 30,80 | 446,00 |
| | B | 4,67 | 7,58 | 210,00 | 30,80 | 446,00 |
| | C | 4,43 | 7,97 | 209,00 | 30,80 | 444,00 |
| Canuto | Punto 4 A | 3,29 | 7,69 | 222,00 | 29,00 | 474,00 |

| | | | | | | |
|---------------------|---------------------|---|-----------|--|---|--|
| | B | 3,62 | 7,79 | 222,00 | 29,00 | 474,00 |
| | C | 3,21 | 7,79 | 222,00 | 29,00 | 474,00 |
| Punto 5 | A | 3,29 | 7,66 | 322,00 | 33,50 | 685,00 |
| | B | 4,27 | 7,53 | 312,00 | 33,50 | 663,00 |
| | C | 4,35 | 7,35 | 339,00 | 33,50 | 721,00 |
| Rio carrizal | Repeticiones | Concentración de fosfato en mg/L | pH | Valores de solidos disueltos totales (TDS) en ppm | Valores de temperatura en grados centígrados | Valores de conductividad eléctrica en μS/cm. |
| Punto 1 | A | 7,35 | 7,00 | 81,00 | 32,90 | 172,00 |
| | B | 3,94 | 7,12 | 76,00 | 32,90 | 161,00 |
| | C | 7,35 | 6,77 | 76,00 | 32,90 | 161,00 |
| Punto 2 | A | 3,46 | 7,07 | 104,00 | 32,20 | 221,00 |
| | B | 3,29 | 7,03 | 104,00 | 32,20 | 221,00 |
| | C | 4,35 | 7,10 | 104,00 | 32,20 | 221,00 |
| Punto 3 | A | 8,57 | 7,20 | 104,00 | 32,00 | 221,00 |
| | B | 9,46 | 7,14 | 104,00 | 32,00 | 221,00 |
| | C | 9,30 | 6,91 | 104,00 | 32,00 | 221,00 |
| Punto 4 | A | 4,84 | 7,62 | 111,00 | 30,90 | 263,00 |
| | B | 8,25 | 7,28 | 112,00 | 30,90 | 238,00 |
| | C | 3,94 | 7,74 | 112,00 | 30,90 | 238,00 |
| Punto 5 | A | 4,35 | 7,28 | 128,00 | 32,80 | 272,00 |
| | B | 4,35 | 7,30 | 128,00 | 32,80 | 272,00 |
| | C | 9,71 | 6,96 | 128,00 | 32,80 | 272,00 |

Fuente: Elaboración propia

El orto fosfato no se encuentran dentro de los criterios establecidos en la normativa ecuatoriana de calidad del agua para usos recreativos y preservación de flora y fauna según las estrategias nacionales de calidad del agua (SENAGUA, 2016). Los valores de orto fosfato encontrados en los 5 puntos de muestreo del rio Canuto (Tabla 3) presenta un valor mínimo de concentración de

3,212 mg/L en el punto 4 cuya ubicación es a varios kilómetros del casco urbano de la parroquia Canuto, en este efluente la máxima concentración es de 4,430 mg /L en el punto 3 repetición C, ubicado al ingreso al casco urbano de la parroquia Canuto, donde están integradas varias quebradas y arroyos. Según (Belizario Quispe et al., 2019) la contaminación fluvial se debe en gran medida a la extracción de ciertos minerales como el oro, generando otros elementos de residuo como el arsénico, que al estar biodisponible pueden ser bioacumulable, sin embargo (Rios-Rodríguez. et al., 2021) manifiestan que varias de las actividades cotidianas como la agricultura, ganadería, industria y actividades domésticas en general provocan cambios en la química del agua; pero las lluvias de ciertas zonas ecuatorianas disminuyen dicho efecto. Siendo importante evaluar constantemente las variables físico-químicas de los recursos hídricos ya que hay muchas zonas donde puede haber aguas contaminadas y poco contaminadas (Vidal & Mendoza, 2019); producto de variables como el crecimiento poblacional y el uso excesivo de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros, repercuten directamente en los fenómenos que se dan en fuentes hídricas contaminadas como la eutrofización (Bolaños et al., 2017). Exponiendo (Quiroz-Flores et al., 2018) que la vegetación influye significativamente en la cantidad de fósforo en el suelo siendo las hidrófitas plantas que ayudan en la biodisponibilidad del mismo, obteniendo valores de fósforo total en presencia de vegetación $0,2071 \pm 0,0756$ y sin vegetación $0,1164 \pm 0,0078$, lo que da a entender que las aguas provenientes de fuentes naturales donde hay densidad vegetal pueden contener niveles significativos de fósforo.

En cuanto al pH el valor máximo es de 8,33 en el punto 1 en la repetición C y de igual manera el valor mínimo de pH fue encontrado en este mismo punto en la repetición A cuyo valor es de 7,320. En cuanto al río Carrizal la concentración máxima de orto fosfato fue de 9,707 mg/ L en el punto 5 ubicado a la salida del casco urbano del cantón Tosagua el valor mínimo fue de 3,293 mg/L en el punto 2 repetición B ubicado antes del sector urbano del cantón Bolívar expuestos en la (Tabla 3) los mismos que están dentro del rango de la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes antes mencionada. Según (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017) hay correlación negativa entre las precipitaciones y ciertas variables como la conductividad, las coliformes, grasas y pH, de igual manera nutrientes como el nitrógeno y el fósforo total presentan una correlación negativa, ya que al diluirse los valores tienden a disminuir; con otro criterio (Mero et al., 2019) expone que los sedimentos son una variable a tomar en cuenta, presentando un alto contenido de metales lo cual puede alterar el pH de una matriz hídrica viviéndolo ácido o

alcalino, (Argota et al., 2020) señala que un indicador a tomar en cuenta es la biota del lugar, porque la misma se presenta como un bioindicador de la toxicidad que hay en las fuentes hídricas. (Gutiérrez García et al., 2016) señalan que un pH elevado es deficiente en micronutrientes, en muchos casos provocando fitopatógenos en las plantas, en cambio un pH neutro y una CE un poco elevada son idóneas para el cultivo, similarmente al criterio anterior (Mancilla Villa et al., 2017) habla que las concentraciones elevadas de bicarbonato causan el aumento del pH, lo que genera inconvenientes en la rizosfera de algunas plantas como el maíz, disminuyendo su rendimiento en un 7%; pero (Alvarado et al., 2019) expresa que la alcalinidad del agua puede atribuirse a los carbonatos de calcio y magnesio aportados por la erosión eólica, también a los lixiviados provenientes de la erosión del suelo; (Jiménez-González et al., 2021) asegura que el pH va de acuerdo a la geología del sistema, siendo las concentraciones de CO₂ las que propician la acidez del agua y los iones de bicarbonato la alcalinidad de la misma; en contraposición a la riqueza mineral y un pH neutro del recurso hídrico (Morales-Durán et al., 2018) recomiendan no sembrar sobre todo hortalizas con aguas procedentes de plantas depuradoras, ya que se pueden infectar las mismas de algún agente patógeno.

En cuanto a los sólidos disueltos totales (TDS) el valor más alto se encontró en el punto 5 del río Canuto con 339 ppm y el valor mínimo fue de 181 ppm encontrado en el punto 1, en el río Carrizal el valor más alto también fue encontrado en el punto 5 con 128 ppm y el valor mínimo de este río fue de 76 ppm encontrado en el punto 1; según (Vidal & Mendoza, 2019) la conductividad eléctrica esta correlacionada con la cantidad de sólidos disueltos y la turbidez, los mismos que encontraron estimaciones de conductividad entre 314 y 529 $\mu\text{s}/\text{cm}$, en una zona cercana al primer punto del río carrizal; (Aguirre et al., 2021) exponen que la variación de los TDS se debe en gran medida a las características del sistema como el transporte de sedimentos, la materia orgánica y los nutrientes disponibles; mientras (Cruz et al., 2018) recalcan que los TDS están relacionados con la cercanía al mar y con las concentraciones de lixiviados presentes en la matriz hídrica. (Machado et al., 2018) recalca que la abundancia de especies micro vertebradas en las fuentes hídricas se da significativamente en la época lluviosa cuando hay mayor oxígeno disuelto y cuando disminuyen los TDS, las EC y la temperatura, dando a notar que no solo la contaminación influye en las condiciones de reproducción de ciertas especies, también influyen las condiciones climáticas de una determinada época del año.

Los valores de temperatura oscilaron entre 29 y 33,5 grados centígrados en ambos ríos, y finalmente la conductividad eléctrica cuyo valor más alto fue encontrado en el punto 5 del río Canuto con 721,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el mínimo cuyo valor es de 385 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el río carrizal la conductividad máxima llegó a 272,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la mínima de 161 $\mu\text{S}/\text{cm}$ valores encontrados en la (Tabla 3). (Taboada et al., 2018) expresa que la descomposición de la materia orgánica y compuestos clorados, sulfurados, entre otros pueden contaminar el agua significativamente al punto de alterar la CE con valores que van de 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ especialmente si son aguas polutas, ya que reciben grandes cantidades de sedimento; pero (Villa et al., 2021) menciona que la CE no solo se debe a la contaminación también se debe a las sales procedentes de minerales y rocas, que pasan a formar parte de las soluciones acuosas, produciendo posteriormente salinización de los suelos. (Erceg et al., 2021) hacen mención que el pH puede presentarse casi neutro, pero puede haber iones como: sodio, potasio, calcio, magnesio, fluoruro, nitrato y gas dióxido producidos por las lluvias que a su vez están relacionadas con la actividad antropogénica; similarmente a lo antes expuesto (Ardila & Arriola, 2017) aseveran que la quema de llantas puede provocar una alteración en las variables físico-químicas y microbiológica del recurso hídrico. (Fernández-Rodríguez et al., 2018) nos recalcan que la contaminación de las fuentes fluviales varía de acuerdo a la época siendo la época lluviosa la que presenta niveles de contaminación bajos haciendo aceptable la calidad de las fuentes hídricas. Pero (Herrera Apablaza et al., 2018) destaca que hay aguas que pueden tener un efecto perjudicial en las plantas son aquellas que están entre (500-1000) mg/L y sus CE (750-1500) $\mu\text{S}/\text{cm}$; muchas veces la excesiva presencia de especies químicas en la matriz hídrica alteran los valores de los TDS y la CE lo cual hace suponer que hay una alteración ambiental provocada no solo por la actividad agrícola y doméstica, también influye significativamente la industria (Alves de Souza-Filho et al., 2019).

Los valores de sólidos disueltos totales que están dentro de los rangos normales según la normativa ecuatoriana de calidad ambiental y descarga de efluentes que estipula dentro de los límites máximos permisibles para agua de consumo humano y doméstico que únicamente requieren desinfección es de 500 ppm, en cuanto a la conductividad eléctrica no se encuentran datos en las normativas vigentes en el país; siendo similar el criterio de (Quiroz-Fernández et al., 2017) quienes presentan valores de índice de calidad de agua (ICA) acordes a la normativa

ecuatoriana pero destacan que a medida que el cauce hídrico bajaba disminuía la calidad de la misma.

Figura 4: Presenta medidas de resumen como la media (X), la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV).

| | Variable | n | Media | D.E. | CV | Mín. | Máx. |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| Rio canuto. | Fosfato. | 15 | 4,09 | 0,74 | 18,05 | 3,21 | 6,05 |
| | pH | 15 | 7,76 | 0,27 | 3,43 | 7,32 | 8,33 |
| | Solidos disueltos | 15 | 227,73 | 52,1 | 22,88 | 181 | 339 |
| | temperatura. | 15 | 30,8 | 1,54 | 5 | 29 | 33,5 |
| | Conductividad eléctrica. | 15 | 484,47 | 110,82 | 22,87 | 385 | 721 |
| | | | | | | | |
| | Variable | n | Media | D.E. | CV | Mín. | Máx. |
| Rio carrizal. | Fosfato. | 15 | 6,17 | 2,44 | 39,55 | 3,29 | 9,71 |
| | pH | 15 | 7,17 | 0,25 | 3,55 | 6,77 | 7,74 |
| | Solidos disueltos | 15 | 105,07 | 16,87 | 16,06 | 76 | 128 |
| | temperatura. | 15 | 32,16 | 0,74 | 2,31 | 30,9 | 32,9 |
| | Conductividad eléctrica. | 15 | 225 | 37,33 | 16,59 | 161 | 272 |
| | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones más altas de orto fosfato se encuentran el rio Carrizal como se puede observar en la (**Tabla 4**), sin embargo, el rio Canuto presenta una media de pH, TDS y EC más elevada como se observa en la misma tabla, los datos de TDS y EC se encuentran más dispersos en ambos ríos ya que la desviación estándar de estos parámetros y el coeficiente de variación son más elevados excepto en el parámetro de orto fosfatos encontrado en río carrizal que presenta una desviación estándar baja pero un coeficiente de variación más elevado.

Figura 5: Correlación de los parámetros usando el coeficiente de correlación de Spearman.

| Rio Canuto | | ortofosfato | pH | Solidos disueltos totales | Temperatura | Conductividad eléctrica |
|---------------------|----------------------------------|--------------------|-----------|----------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| | Fosfato | 1 | 0,35 | -0,35 | 0,24 | -0,35 |
| | pH | | 1 | -0,46 | -0,45 | -0,46 |
| | Solidos disueltos totales | | | 1 | 0,3 | 1 |
| | Temperatura | | | | 1 | 0,3 |
| | Conductividad eléctrica | | | | | 1 |
| Rio Carrizal | | ortofosfato | pH | Solidos disueltos totales | Temperatura | Conductividad eléctrica |
| | Fosfato | 1 | -0,25 | -0,09 | -0,13 | 0,1 |
| | pH | | 1 | 0,55 | -0,53 | 0,56 |
| | Solidos disueltos totales | | | 1 | -0,36 | 0,99 |
| | Temperatura | | | | 1 | -0,36 |
| | Conductividad eléctrica | | | | | 1 |

Fuente: Elaboración propia

En la (Tabla 5) se observa que hay una correlación significativa entre las variables TDS y EC en el caso

Conclusiones

Tanto el río Canuto como el río carrizal presentan valores de pH, TDS y EC que no sobrepasan las normas ecuatorianas de calidad del agua y pese a que no hay normas para orto fosfato está dentro de los valores máximos permisibles para descargas en aguas residuales.

Los ríos Canuto y Carrizal pese a que tienen similares características presentaron variación en cuanto a los parámetros de pH, TDS y CE presentando los valores más altos el primero de estos afluentes y en cuanto al orto fosfato el segundo de estos presenta los valores más altos proveniente de fuentes naturales según la ubicación geográfica donde se tomaron las muestras.

Referencias

1. Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Linero-Cueto, J. (2021). Concentración de metales pesados y calidad físico-química del agua de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>
2. Alvarado, L. A., Torres-Aquino, M. J. m., Juan Felipe Martínez-Montoya, J. F., Cisneros-Almazán, R., & Martínez Hernández, J. de J. (2019). Calidad del agua de escorrentía para uso agrícola captada en bordos de almacenamiento. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 283. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1867>
3. Alves de Souza-Filho, E., Hortêncio-Batista, I., & Carvalho de Albuquerque, C. (2019). Levantamento de aspectos físico-químicos das águas da microbacia do mindu em Manaus-Amazonas. *Revista Geográfica de América Central*, 2(63), 341–367. <https://doi.org/10.15359/rgac.63-2.13>
4. Ardila, A. N., & Arriola, E. (2017). Efecto de la quema de llantas en la calidad del agua de un tramo de la quebrada Piedras Blancas. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 8(5), 39–55. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-05-03>
5. Argota, G., Escobar, F., & Moreno, E. (2020). *Calidad estacionaria del agua ante el costo ambiental sostenible relativo con agregación de biomarcadores: Bahía de Puno, lago Titicaca, Perú*. 22(2), 146–154.
6. Belizario Quispe, G., Capacoila Coila, J., Huaquisto Ramos, E., Cornejo Olarte, D. A., & Chui Betancur³, H. N. (2019). Determinación Del Contenido De Fósforo Y Arsénico, Y De Otros Metales Contaminantes De Las Aguas Superficiales Del Río Coata, Afluente Del Lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(5), 223–228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>
7. Bolaños, J. D., Castro, G. C., & Araya, G. S. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el

- hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología En Marcha*, 30(4), 15. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
8. Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
 9. Cruz, A., Troyo, E., Murillo, J., García, J., & Murillo, B. (2018). Familias de agua subterránea y distribución de sólidos totales disueltos en el acuífero de La Paz Baja California Sur, México. *Revista Terra Latinoamericana*, 36(1), 39. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n1/2395-8030-tl-36-01-39.pdf>
 10. Erceg, Y. P. D., Dudik, N. H., Sáez, G. A., Soria, E. M., Herman, C., Nuñez, M. B., & Peña, S. (2021). *Evaluación del agua minero-medicinal de Presidencia Roque Sáenz Peña, provincia del Chaco, Argentina*. 50(2), 406–422.
 11. Fernández-Rodríguez, M., Christian, B. N., Guardado-Lacaba, R., & Carmenate, Y. A. (2018). Evaluación hidroquímica de las aguas del río Cayo Guam, Moa, Cuba. *Minería y Geología*, 34(3), 25–40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122018000300003&lng=es&tlng=en.%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=132932668&site=eds-live
 12. Gutiérrez García, J. V, Olvera España, M., Rodríguez Trejo, D. A., Aldrete, A., Cibrián Tovar, D., Rodríguez M, C., & Castro Z, S. (2016). calidad del agua en los viveros forestales de México Diagnosis of water quality of the forest nurseries in Mexico. *Revista Electronica Nova Scientia*, 8(1), 123–139.
 13. Hernandez-Alvarez, U., Pinedo-Hernandez, J., Paternina-Uribe, R., & Marrugo-Negrete, J. L. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
 14. Hernández-Baranda, Y., Rodríguez-Hernández, P., Peña-Icart, M., Meriño-Hernández, A., Pérez-Pérez, R., & Loreilys Ortega-García. (2021). *Caracterización química y agronómica del agua del río Tapaste, ubicado en el nacimiento de la Cuenca Almendares-Vento*. 42(3).
 15. Herrera Apablaza, V., Gutiérrez Roa, N., Córdova Molina, S., Luque Marín, J., Idelfonso

- Carpanchay, M., Flores Riveras, A., & Romero A., L. (2018). Calidad del agua subterránea para el riego en el Oasis de Pica, norte de Chile. *Idesia (Arica), ahead*, 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292018005000101>
16. Jiménez-González, D. M., Murillo-García, K., & Ríos-Pulgarín, M. I. (2021). Caracterización físicoquímica e hidrobiológica de tres ecosistemas kársticos de la cuenca del río Magdalena (Antioquia, Colombia) durante el ciclo hidrológico 2016-2017. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(175), 432–448. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1260>
17. Machado, V., Granda, R., & Endara, A. (2018). Analysis of benthic macroinvertebrates and biotic indices to evaluate water quality in Sardina's River, Ecuadorian Chocó Andino. *Enfoque UTE*, 9(4), 154–167.
18. Mancilla Villa, O. R., Fregoso Zamorano, B. E., Hueso Guerrero, E. J., Guevara Gutiérrez, R. D., Palomera García, C., Olgún López, J. L., Ortega Escobar, H. M., Medina Valdovinos, E. K., & Flores Magdaleno, H. (2017). Concentración iónica y metales pesados en el agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería. *Idesia (Arica), ahead*, 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292017005000303>
19. Marañón, A. G., Mulgado, I. P., & González, A. L. D. (2021). *Evaluación espacio-temporal de la calidad de las aguas en la Cuenca Hidrográfica Guaos-Gascón*. 33(1), 70–92.
20. Mero, M., Pernía, B., Ramírez-Prado, N., Bravo, K., Ramírez, L., Larreta, E., & Egas, F. (2019). Concentration of cadmium in water, sediments, eichhornia crassipes and pomacea canaliculata in the Guayas (Ecuador) river and tributaries. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35(3), 623–640. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.09>
21. Ministerio de Ambiente, E. (2011). Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. *TULAS Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente*, 8–9.
22. Morales-Durán, N., De La Torre-González, A., García-Sánchez, V., & Chávez, C. (2018). Estudio de la calidad bacteriológica y parámetros físicoquímicos del agua del Distrito de Riego 023. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 9(1), 53–67. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-01-04>
23. Quiroz-Fernández, L. S., Izquierdo-Kulich, E., & Menéndez-Gutiérrez, C. (2017).

- Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51 p.
24. Quiroz-Flores, A. de J., Miranda-Arce, M. G., Ramírez-García Armora, P., & Lot-Helgueras, A. (2018). Phosphorus Accumulation Within the Sediments of Hydrophytes Communities in the Tochac Lake, Hidalgo, Mexico. *Polibotánica*, 0(46), 233–240. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.46.15>
25. Rios-Rodríguez., F.-A., Abril-Saltos, R.-V., Carvajal, E.-X., López-Adriano, K.-P., & Naranjo, H.-E. R. (2021). Concentración de nitratos, fosfatos, tensoactivos y su relación con las precipitaciones en río Puyo. *Concentration of Nitrates, Phosphates, Surfactants and Their Relationship with Rainfall in the Puyo River.*, 42(3), 3–13. <https://0-search.ebscohost.com/biblioteca-ils.tec.mx/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=151797279&lang=es&site=ehost-live>
26. SENAGUA. (2016). Estrategia Nacional de Calidad del Agua. *Ministerio de Ambiente, Ecuador*, 97. https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf
27. Taboada, M. de L. Á., Martínez De Marco, S., Alderete, M., Gultemirian, M. L., & Tracanna, B. C. (2018). Evaluación del fitoplancton y la calidad del agua de un arroyo subtropical del Noroeste Argentino. *Bonplandia*, 27(2), 135. <https://doi.org/10.30972/bon.2723536>
28. Vidal, L. R. L., & Mendoza, Á. L. C. (2019). Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. *Revista Del Instituto de Investigaciones de La Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográfica*, 21(42), 39–46. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v21i42.15785>
29. Villa, O. R. M., Cortes, B. N. A., Gutierrez, R. D. G., Vargas, O. H., Garcia, C. P., Gonzalez, Y. F., Escobar, H. M. O., Magdalena, H. F., Chulim, A. C., Crespo, E. C., Bernal, E. I. S., Lopez, J. L. O., & Saldivar, I. M. (2021). Calidad del agua subterránea para uso agrícola en zacualco de torres y autlan de navarro, mexico groundwater quality for agricultural use in zacualco de torres and autlan de navarro, mexico. *Terra Latinoamericana*, 39, 1–12. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.745>

© 2022 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/>).