

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DURANTE LA PANDEMIA POR COVID-19 EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, PERÚ

Dolores Esmilda Castillo Vereau\*

 <http://orcid.org/0000-0001-9658-3914>

Lurdes Tuesta Collantes\*\*

 <https://orcid.org/0000-0003-1385-1085>

Seiri Eric Salazar Saldaña\*\*\*

 <http://orcid.org/0000-0001-6136-6522>

RECIBIDO: Octubre 2021 / ACEPTADO: febrero 2022 / PUBLICADO: Mayo 2022

**Como citar:** Castillo Vereau, Dolores; Tuesta Collantes, Lurdes; Salazar Saldaña, Seiri. (2022). Evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por COVID-19 en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. **Telos: revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales**, 24 (2), Venezuela. (Pp. 219-234).  
DOI: [www.doi.org/10.36390/telos242.02](http://www.doi.org/10.36390/telos242.02)

### RESUMEN

Durante la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible se aprobó la Agenda 2030, contentiva de 17 objetivos para ser aplicados universalmente y direccionan los esfuerzos destinados por los distintos países para alcanzar un ambiente sostenible; específicamente, el objetivo No. 6 garantiza la disponibilidad de agua purificada sin impurezas y de fácil acceso para todos. Por lo cual, el presente artículo busca analizar la evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por Covid-19 en la Universidad Nacional de Trujillo. Dado que dicha pandemia ha originado cambios importantes en las características de los ecosistemas y medio ambiente. La metodología fue de carácter descriptiva, exploratoria, de campo, transversal. Basada en los postulados de: DIGESA (2011), OMS (2006), Galdos-Balzategui, et al (2017), entre otros. Para el estudio fueron utilizados los parámetros físico-químicos y microbiológicos de control, el multiparámetro HANNA modelo HI 9829, se tomaron dos muestras semestrales durante el año 2020 y dos repeticiones en dos pozos de agua y un baño. Dichos análisis fueron realizados en los laboratorios de la Facultad de Ciencia Biológicas, cuyos resultados fueron comparados con las normas vigentes, indicando que el agua utilizada para consumo humano, en los parámetros de olor y sabor, en las tres estaciones, presentan valores aceptables; sin embargo, el agua del pozo de almacenamiento central, no reúne las condiciones microbiológicas de salubridad y

\* Doctora en Ciencias del Desarrollo Social. Facultad de Enfermería. Docente Principal-investigadora de la Universidad Nacional de Trujillo (Trujillo-Perú). Past Directora de la Sección de Posgrado en Enfermería. E-mail: [dcastillo@unitru.edu.pe](mailto:dcastillo@unitru.edu.pe)

\*\* Doctora en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Biológicas. Docente Asociada-investigadora - Directora de Responsabilidad Social de la Universidad Nacional de Trujillo (Trujillo-Perú). Presidenta de calidad de Ciencias Biológicas. E-mail: [lurdestc@hotmail.com](mailto:lurdestc@hotmail.com)

\*\*\* Doctoranda en Salud Pública, Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo. E-mail: [Seiri\\_88@hotmail.com](mailto:Seiri_88@hotmail.com)

representa para la salud de las personas un riesgo. Se recomienda implementar políticas de control y monitoreo de la calidad del agua en la Universidad Nacional de Trujillo.

**Palabras clave:** calidad de agua; agua de consumo humano; bienestar social; ecosistema.

*Evaluation of groundwater quality during the COVID-19 pandemic at the National University of Trujillo, Peru*

**ABSTRACT**

During the Summit on Sustainable Development, the 2030 Agenda was approved, containing 17 objectives to be applied universally and directing the efforts made by the different countries to achieve a sustainable environment; specifically, objective No. 6 guarantees the availability of purified water without impurities, and easily accessible to all. Therefore, this article seeks to analyze the evaluation of groundwater quality during the Covid-19 pandemic at the National University of Trujillo. This pandemic has caused essential changes in the characteristics of ecosystems and the environment. The methodology was descriptive, exploratory, field, and cross-sectional. Based on the postulates of DIGESA (2011), WHO (2006), Galdos-Balzategui, et al. (2017), among others. For the study, the physical-chemical and microbiological control parameters were used, the multiparameter HANNA model HI 9829, two six-monthly samples were taken during 2020, and two repetitions in two water wells and a bath. Said analyzes were carried out in the laboratories of the Biological Sciences Faculty; results were compared with the current regulations, indicating that the water used for human consumption, in terms of odor and taste parameters, presents acceptable values in the three seasons. However, the water from the central storage well does not meet the microbiological health conditions and represents a risk to people's health. It is recommended to implement water quality control and monitoring policies at the National University of Trujillo.

**Keywords:** water quality, water for human consumption, social welfare, ecosystem.

**Introducción**

Durante la década de los ochenta del siglo XX, se originó el tema de la sustentabilidad, luego de la publicación del informe "Nuestro Futuro Común", preparado para la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas, la cual se realizó en Brasil, cuyo tema a tratar era el Medio Ambiente y Desarrollo, fomentando así las reflexiones sobre la preservación futura del recurso hídrico internacionalmente.

Se ha podido observar como el desarrollo de las actividades humanas, la producción y consumo de los distintos bienes y servicios han causado efectos negativos sobre el ciclo hidrológico, afectando a su vez, la calidad de vida de la población, como resultado de la contaminación generada en los ecosistemas y la biodiversidad, (Semarnat, 2015). El agua es un recurso vital para los seres vivos, sus ecosistemas, además de los múltiples usos para las actividades humanas, tomando importancia la gestión integral con énfasis en un mundo sostenible que conlleve a preservar en el presente y futuro este líquido natural (Fuerte Velázquez, 2019).

En el año 2015, se llevó a cabo la Cumbre del Desarrollo Sostenible, con la participación de aproximadamente 150 presidentes nacionales, donde fue aprobada la Agenda 2030, con 17 objetivos enfocados en alcanzar un mundo sostenible. Reconocieron la necesidad de generar mecanismos de lucha contra el cambio climático y la protección del medio ambiente. La Agenda del Desarrollo Sostenible, en su objetivo N°6 dispone: "Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos", considerando que el agua libre de impurezas y accesible para todos es parte esencial del mundo en que queremos vivir [Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2015].

Por su parte, el World Water Assessment Programme (2015), señala como el crecimiento demográfico, aunado al proceso de industrialización, con su correspondiente incremento productivo y de consumo de bienes y servicios, están generando en el mundo una mayor demanda de agua dulce. En un futuro proyectado para el 2030, se pronostica un déficit mundial del 40% de agua. Para evitarlo, es necesaria una gestión integrada de los recursos hídricos, enfocada en la eficiencia económica, la sostenibilidad ambiental y la igualdad social.

Conforme a lo anterior, se puede referir que el agua es un recurso natural destinado a cumplir diferentes funciones que permiten la sostenibilidad y supervivencia de los seres vivos y con ello alcanzar mejores niveles de desarrollo económico-social y ambiental. Además, dentro del contexto de la sustentabilidad se entiende al agua como un bien económico o de funcionalidad económica y, por lo tanto, representa un líquido importante para la riqueza de las naciones.

Para Solanes y González (2001), citado por Bolaños-Alfaro (2017), representa una necesidad primordial asegurar la gestión de todos los recursos naturales, especialmente del agua, por ser fundamental para la sobrevivencia de los seres vivos, con el propósito de mejorar la calidad en el bienestar económico y social sin alterar la sustentabilidad de los sistemas ambientales vitales.

En el año 2012, el 65% del total de los países a nivel mundial, informaron sobre los planes de gestión integrada que se habían establecido para el control de los recursos hídricos. En el año 2015, aproximadamente el 90% de la población mundial, correspondiente a 6600 millones de personas, utilizaban fuentes mejoradas de agua potable, mientras que dos tercios de la población mundial, equivalente a 4900 millones, usaban instalaciones de saneamiento mejoradas. Asimismo, se observó que, en ambos casos, las personas que no podían tener acceso a las mencionadas fuentes, habitaban principalmente en zonas rurales (ONU, 2015).

No obstante, aunado a la crisis de los recursos naturales, se suma desde el año 2019 la situación de pandemia surgida a raíz del virus del Covid-19, por lo cual, Méndez Calderón (2021), realizó un estudio sobre el mencionado virus desde el umbral de la teoría de Foucault sobre biopolítica, la cual analiza a la sociedad y el biopoder, es decir, cómo la biopolítica, se utiliza para fijar normativas y métodos de intervención masiva que permitan regular el comportamiento de la población y administrar la vida.

Sin embargo, de acuerdo a Hernández Barrios, et al (2021), la implementación de las medidas para la prevención del Covid-19 es relativa al nivel de ingreso de cada país, además de la preocupación de los gobiernos para afrontar la pandemia generada. Específicamente, en cada estado existen desigualdades entre sus dependencias, donde las regiones con menos recursos, pueden hacer menos en temas de prevención y asistencia médica social, comparadas con las regiones de mayores niveles de ingreso y poder adquisitivo.

En este sentido, el autor Bolaños-Alfaro (2017), señala que la educación superior es fundamental dentro del proceso de cuidado ambiental y de la vida humana, la mayoría de los programas de formación deben ser multidisciplinarios, con una visión más integral, que respondan a los nuevos cambios del entorno y aseguren la participación activa de la ciudadanía en las decisiones sobre diseño, ejecución, mejora y control de los recursos naturales, especialmente el del agua.

Ahora bien, en la ciudad de Trujillo se llevó a cabo una investigación sobre las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua para el consumo, se tomó como normas de referencias el Reglamento de Calidad de agua de consumo humano: PRONAP–MP y la norma de Fuentes de Agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS), mediante un programa de muestreo ubicado en cinco puntos diferentes de la localidad (Urbanizaciones: San Andrés, Covirt, Vista Hermosa, Monserrate y Trupal); donde, tres veces por semana, fueron tomadas tres muestras por cada punto de la ciudad. Encontrando en el examen bacteriológico que los reservorios de las urbanizaciones de San Andrés y Monserrate contienen coliformes fecales y totales (Ávila Rodríguez y León Olortegui, 2012).

La ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), está en el ámbito del estudio referido anteriormente, por tanto, es probable que los resultados encontrados se puedan apreciar también en instalaciones sanitarias de las instituciones educativas como la UNT, que en el presente caso albergan a más de 15.000 personas que podrían ver afectada su salud, por no tener la garantía en el abastecimiento de agua inocua para su consumo.

Actualmente, se pudo conocer mediante entrevistas informales realizadas por los investigadores que la UNT, no cuenta con políticas que permita la evaluación periódica de la calidad del agua utilizada para la preparación de alimentos y otras necesidades de los usuarios internos y externos. El agua para consumo humano en la Escuela de Posgrado, es extraída del subsuelo y no tiene tratamiento previo antes de su distribución en las diferentes instalaciones, lo que incentivó realizar la presente investigación con el propósito de analizar la calidad del agua dulce durante la pandemia por Covid-19 en la Universidad Nacional de Trujillo y conforme a los resultados obtenidos proponer políticas para garantizar un consumo saludable y sostenible.

Por las consideraciones antes expresadas, los investigadores plantean la interrogante: ¿Cómo es la calidad del agua dulce durante la pandemia por Covid-19 en la Universidad Nacional de Trujillo? Para alcanzar dicho objetivo será necesario determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano en el pozo de captación, el pozo de almacenamiento y el baño de mujeres de la Escuela de Posgrado de la UNT.

## **Gestión racional de los ecosistemas de agua dulce**

Los ecosistemas de agua dulce se encargan de suministrar numerosas materias primas con valor económico, además de varios servicios a la sociedad, estos últimos hacen referencia al control de inundaciones, atracción turística y paisajística, sistemas de recolección, reciclaje y desintegro de los desechos industriales y humanos, adicionalmente proporciona el hábitat ideal para la subsistencia de seres animales y vegetales, entre otros bienes para el mercado. En el futuro, los ecosistemas que permanezcan sin alteraciones tienen más probabilidad de adaptación ante los cambios del ambiente, incluido el climático. Por lo cual, resulta importante que las decisiones sobre el uso del agua giren en función a la previsión del cuidado y conservación de los ecosistemas de agua dulce.

Es así como, la gestión racional para el acceso al agua dulce, su saneamiento y la conservación de sus ecosistemas resultan fundamentales para la vida, por lo tanto; debe ser de buena calidad, caso contrario, las personas tendrían problemas de salud como infecciones e intoxicaciones, que pueden llevar hasta la muerte (Rodríguez Quispe., et al., 2009 y Gonzáles Rengifo., et al., 2014)

En este sentido, la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2019), planteó la norma ISO 46001 enfocada en el control eficiente de sistemas de gestión del Agua, específicamente, busca diseñar lineamientos a seguir, monitorear los procesos, revisar la documentación, la adquisición de equipos, sistemas, procesos y capacitar la mano de obra para garantizar una óptima gestión.

Dentro de los objetivos principales del modelo ISO 46001, menciona la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2019), el apoyo hacia las diferentes organizaciones puedan gestionar el uso correcto del agua, optimizando su requerimiento; establecer el nivel de importante para la planificación y mejora continua hacia el uso responsable del recurso hídrico; identificar los impactos que provoca el uso del agua en el entorno, donde al alcanzar dichos objetivos las organizaciones lograrán incluir en sus planes y estrategias la utilización eficiente del agua para el desarrollo social sostenible, además del ahorro significativo en costos

Sin embargo, existen varios factores que obstaculizan el desarrollo sostenible del recurso hídrico tal como el cambio climático, la variabilidad natural del recurso, así como los agentes contaminantes provocados por las actividades humanas. Donde las consecuencias de dichos factores originan la insuficiencia del suministro del agua. Por esto, es necesaria una gestión racional de los ecosistemas de agua, la cual, el autor López (2008), la define como un concepto conformado por diferentes elementos que direccionan una planificación del recurso hídrico, considerando las características de la cuenca hidrológica.

No obstante, en los últimos dos años las cuencas hidrológicas subterráneas y externas en el Perú no han estado sometidas a agentes contaminantes debido a la paralización de los procesos operativos en fábricas e industrias como medida de prevención ante la Pandemia generada por el COVID-19, donde las aguas residuales utilizadas en sus procesos son vertidas a ríos, lagos y subsuelos conllevando a minimizar esta acción.

Desde otro punto de vista, Sánchez-Martínez., et al, (2011), definen la gestión del patrimonio del agua, como el uso eficiente y control de los recursos hídricos de los cuales la tecnología pueda hacer uso para el bienestar social bajo estricto cuidado y respeto a los ecosistemas, conservando el equilibrio con el territorio, la energía y la economía.

En relación a lo anterior, el mencionado recurso hídrico puede ser gestionado conforme a dos paradigmas, el primero de ellos citado por (Garcés Durán, 2011), es el reduccionista, que funciona aislando al vital líquido de los ecosistemas donde residen, logrando dividir la concepción de ciclo hidrológico. Este paradigma está relacionado con la teoría sobre el crecimiento económico, planteando que el agua está regulada por medio del establecimiento de un precio que permite realizar transacciones dando origen a nuevas relaciones sociales.

El segundo paradigma es el ecosistémico, integrado por todos los factores bióticos y abióticos que se encuentran en el entorno analizado, proponiendo que las partes tanto físicas como biológicas presentes en la naturaleza sean unificadas, permitiendo que los ecosistemas funcionen como sistemas de entrada y salida constante de materia y energía; entregando

servicios ecosistémicos, que por lo general son incorporados en las transacciones del mercado (Andrade Pérez y Navbarrete Le Blas, 2004).

Para la OMS (2006) y la Dirección General de Salud (DIGESA, 2011), el tener agua potable, definida como agua inocua para consumo del hombre, es una necesidad primaria y un derecho del ser humano; además de su importancia para la protección sanitaria y el desarrollo económico y bienestar de un país.

A modo de reflexión, considerando la importancia que tiene el agua dulce para la calidad de vida y principalmente la salud del ser humano, la misma debe ser gestionada de forma racional y eficiente a fin de evitar dentro de sus ecosistemas alteraciones que afecten su equilibrio, además de conllevar a su contaminación y por ende la pérdida de los servicios que ellos ofrecen para la prevención de inundaciones, purificación del agua, junto al suministro para toda la sociedad minimizando su costo, garantizando el desarrollo económico-social de la población, dado sus componentes que aportan materia prima de valor económico.

### **Calidad del agua para el desarrollo económico-social.**

Un elemento determinante en la condición de salud de los seres vivos es la calidad que presenta el agua dulce, donde la optimización de sus características previene la transmisión de agentes que causan enfermedades. Por lo cual, resulta importante controlar la calidad del agua que será consumida por los seres humanos aportando información, la cual facilitará el proceso de tomar decisiones para su tratamiento y mejora continua, minimizando la posibilidad de distribución de agua contaminada (Briñez Ariza, et al, 2012).

Respecto a la calidad del agua subterránea, Collazo Caraballo y Montaña Xavier (2012), afirman que ésta es elevada si se compara con la calidad del agua superficial; además, para poder ser consumida por los seres humanos deben adoptarse los parámetros específicos de potabilización según las normas del lugar en el que se encuentren; ya que pueden alterarse por las mismas sustancias presentes en la naturaleza o por la actividad humana como la agricultura o por el vertido de aguas residual.

Definiendo al agua subterránea; como el agua que está alojada y circula en el subsuelo, estableciendo las formaciones geológicas llamados acuíferos, obteniéndose mayoritariamente por precipitación. De acuerdo a estudios realizados por Aquae Fundación (2021), aproximadamente, en la tierra existe un 97% de agua salada y sólo un 2.5% es considerada dulce, a su vez, señalan que dentro de los depósitos subterráneos se encuentra el 0.5% de agua dulce, mientras que en ríos y lagos solo el 0.01% de la misma.

Con la paralización del sector industrial debido a la cantidad de contagios presentados en la población por el virus del COVID-19, el medio ambiente ha sufrido una transformación de limpieza en todos sus ámbitos, en el caso de los recursos hídricos los ríos, lagos y océanos estos cambios climatológicos de lluvias no contaminantes ha proporcionado niveles altos de pureza en los reservorios de aguas naturales y cuencas, mejorando así la calidad en los mismos.

El suministro del volumen y calidad del agua deben ser fiables, eficientes y sostenibles; garantizando el desarrollo económico-social; invirtiendo en infraestructuras hídricas y en la mejora de la gestión del agua. En las últimas décadas, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) y el Fondo de las Naciones Unidas para la infancia (UNICEF), 2.300 millones de personas han logrado mejorar sus fuentes de agua potable alrededor del mundo; pero todavía 748 millones no lo han podido lograr (citado en World Water Assessment Programme, 2015).

Según el Reglamento de Dirección General de Salud (DIGESA, 2011); el agua disponible para el consumo de los seres humanos en los parámetros microbiológicos y parasitológicos deben estar exentos de todo tipo de bacterias. Estableciendo que para los parámetros organolépticos como el olor y sabor deben ubicarse conforme a los siguientes límites de aceptación: el color a 15 UCV (unidad de color verdadero) escala Pt/Co; la turbiedad máxima de 5 UNT (Unidad nefelométrica de turbiedad); los cloruros a 250 mg Cl- L-1; la dureza total a 500 mg CaCO<sub>3</sub> L-1.

En caso de los parámetros inorgánicos y orgánicos algunos de los límites máximos son: para cloro a 5 mg L-1; Cadmio a 0,003 mg Cd L-1; Cromo total a 0,050 mg Cr L-1; 0,001 mg Hg L-1; Plomo a 0,010 mg Pb L-1; Aceites y grasas a 0,5 mg L-1; Aldrín y eldrín a 0,00003 mg L-1; 2,4-D a 0,030 mg L-1 (DIGESA, 2011).

En este sentido, Sotil Rivera y Flores Vásquez (2016), analizaron el agua del río Mazán en la región Loreto, donde determinaron sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos; encontrando que estaban dentro de los valores máximos permisibles expuestos en la normativa peruana (Ministerio del Ambiente y Autoridad Nacional del Agua) e internacional, excepto los parámetros microbiológicos coliformes totales y coliformes fecales que alcanzaron 4,66 UFC (Unidad Formadora de Colonias) /100 mL y 1,66 UFC/100 mL respectivamente, debidos básicamente a acciones antrópicas. Por lo tanto, recomiendan hervir o darle tratamiento químico previo al consumo, eliminando agentes patógenos que ocasionan enfermedades en la población.

Otro estudio es el de Advíncula Zeballos et al. (2014), en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) para determinar la ecoeficiencia en el uso del agua potable, y físico-química y microbiológicamente. Los resultados mostraron que el consumo de este recurso estaba por debajo del valor indicado por el MINAM, según la Ley N°29289 dirigido a instituciones públicas (82,1 L/persona). Determinando con respecto a la calidad del agua que no cumple con los límites establecidos por la Ley de aguas para consumo humano.

Tomando en consideración los estudios previos que señalaban que las características del agua no cumple con los parámetros establecidos en las normativas peruanas sobre los parámetros microbiológicos, el presente estudio tiene como objetivo analizar las políticas aplicadas en materia de gestión sostenible y calidad del agua dulce dentro de la Universidad Nacional de Trujillo con el fin de determinar si los tratamientos que llevan a cabo están logrando hacer apta el agua subterránea para el consumo de ser humano en función a dichos parámetros.

## **Metodología**

La presente investigación corresponde a la tipología descriptiva, exploratoria, de campo, transversal, considerando los fundamentos teóricos de Hernández Sampieri, et al (2014), dado que, estas investigaciones buscan detallar las manifestaciones y características de los fenómenos, eventos así como determinados entornos especificando sus propiedades, características y demás rasgos importantes recolectando información este caso directamente desde la realidad investigada, pero a la vez, busca examinar la calidad del agua, en un ambiente poco estudiado, desde una visión crítica vinculada con la gestión sostenible dándole el carácter exploratorio y transversal porque la investigación será realizada dentro de un mismo año, el cual fue el 2020.

El campo de estudio donde fue desarrollada esta investigación corresponde a la Universidad Nacional de Trujillo de Perú, seleccionando dentro de dicha población localidades de muestreo

específicos, siendo éstos: dos pozos de agua (uno de almacenamiento y otro de distribución) y el baño de mujeres de la Escuela de Posgrado, por encontrarse equidistantes en las adyacencias dentro del perímetro y por ser los de mayor caudal de agua subterránea, pudiendo estimar con ellos la calidad del agua de toda la Universidad.

Donde, las muestras de agua, constituyen las unidades de análisis, las cuales fueron tomadas de los dos pozos de agua y en el baño de mujeres, en dos semestres con dos repeticiones en cada uno, para luego determinar su calidad teniendo en cuenta los parámetros establecidos.

### **Procedimiento de recolección de datos**

Las muestras fueron recogidas en frascos limpios de polietileno (parámetros físicos y químicos) y frascos de vidrio (parámetros microbiológicos) de un litro con tapón cerrado herméticamente. Los frascos de vidrio fueron previamente esterilizados, etiquetados y protegidos con cinta adhesiva, indicando los datos de identificación, fuente, tipo de análisis y nombre del recolector. Inmediatamente fue cerrado el envase cuidadosamente y puesto dentro del Cooler o caja térmica, conteniendo bolsas con hielo en su interior para la conservación. Evitando exponer las muestras a la luz y agitarlas, luego fueron enviadas al laboratorio en el menor tiempo posible.

Los resultados obtenidos de la muestra fueron llenados en una ficha preparada especialmente para este fin, a fin de poder realizar el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), utilizando un envase de polietileno limpio y oscuro de un litro, para su posterior medición en laboratorio (Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria, 2012). Analizando los siguientes parámetros: en campo (temperatura, conductividad eléctrica, olor, pH, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ )). Para su medición fue utilizado el multiparámetro HANNA Modelo HI 9829, evaluando en el laboratorio: color, presencia de bacterias coliformes totales. Las muestras fueron analizadas en un laboratorio, según su metodología de trabajo.

### **Resultados y discusión**

A continuación, serán presentados los resultados sobre el análisis de la calidad del agua en base a los parámetros de olor, sabor y color (parámetros organolépticos) correspondiente a las muestras obtenidas de los pozos de captación, pozo reservorio y baño de mujeres en el posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo, tomados en los meses de agosto y octubre del año 2020.

La tabla 1, muestra los valores obtenidos de los parámetros antes mencionados, los cuales, ubican el agua en valores dentro del rango máximo permitido conforme lo establecido en el Reglamento sobre vigilancia y control del agua para consumo humano (DIGESA, 2011). Evidenciando cómo las políticas de tratamiento y gestión del agua en la Universidad son adecuadas, sin embargo, podrían mejorarse.

Tabla 1: Parámetros físicos del agua en las estaciones de muestreo. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo. 2020

Meses	Agosto			Octubre		
	Estaciones de Muestreo	Olor	Sabor	Color (UCV Pt-Co)	Olor	Sabor
Estación 1: Pozo de captación	Acceptable	Acceptable	< 15	Acceptable	Acceptable	< 15
Estación 2: Pozo de Reservorio	Acceptable	Acceptable	< 15	Acceptable	Acceptable	< 15
Estación 3: Baño de mujeres	Acceptable	Acceptable	< 15	Acceptable	Acceptable	< 15

**Fuente:** Elaboración propia

Del mismo modo, el parámetro color permanece dentro del rango establecido en las Guías de Calidad del Agua de bebida de la OMS (2006). Es importante considerar que la coloración del agua puede derivarse de la turbidez, aunque en algunos casos puede presentarse independientemente de ella, por lo tanto, aún no ha sido posible establecer en las especies, cuáles son las estructuras químicas responsables del color del agua, sin embargo, comúnmente su coloración resulta asociada a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, grasos y fúlvicos, así como también producto del pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados.

Adicionalmente, el color cristalino característico del agua puede estar originado como consecuencia de la descomposición de la materia; así como debido a la presencia de hierro, manganeso, entre otros compuestos metálicos y la materia orgánica del suelo.

Sin embargo, dado que la muestra fue extraída durante el tiempo de la pandemia, donde muchas de las actividades humanas que originan los agentes contaminantes están parcial o totalmente paralizadas, esto podría haber influido en los valores de color, sabor y olor que presenta el agua de la Universidad Nacional de Trujillo. Sería interesante para futuras investigaciones, realizar un análisis comparativo, de estos valores durante y después de la pandemia del Covid-19.

La Tabla 2, presenta los índices promedios de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las tres etapas del muestreo realizado, encontrándose que el parámetro pH presenta un valor mínimo de 7,2 en la estación 3, en el mes de octubre y su valor más alto fue de 7,7 en el mes de agosto en la estación 1 (pozo de captación), todos los valores mencionados están dentro de lo permitido como límite máximo en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Del Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano.

Así mismo estos valores también coinciden dentro del rango de pH usual establecido por la OMS (2006). Relacionando la variación del pH con la concentración del CO<sub>2</sub>, originaria de los organismos autótrofos con las actividades de fotosíntesis que producen y reducen el CO<sub>2</sub>, al utilizarlo como alimento, aumentando de esa forma el pH; igualmente, dicha variación es producida por una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto originado por la descomposición de materias orgánicas, aunado a la respiración de los organismos no fotosintéticos, lo cual disminuye el pH (Marín Galvin, 2010).

Tabla 2: Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua en estaciones de muestreo. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo. 2020.

Meses	Agosto						Octubre					
	Estación de Muestreo	pH	OD (mg/l)	DB O <sub>5</sub> (mg/l)	CE (µmho/cm)	STD (mg/L)	T (°C)	pH	OD (mg/l)	DB O <sub>5</sub> (mg/l)	CE (µmho/cm)	STD (mg/L)
Estación 1: Pozo de captación	7,7	6,3	3,8	1789	895	25	7,5	6,7	3,5	1650	893	25,2
Estación 2: Pozo reservorio	7,6	8,7	4,2	32	15	25,3	7,3	6,7	3,2	52,6	28	25,5
Estación 3: Baño de mujeres	7,5	6,4	2,8	58,7	20	24	7,2	5,4	2,7	58,7	23	24,4

**Fuente:** Elaboración propia

Por otra parte, el oxígeno disuelto (mg/l) presenta un valor máximo de 8,7mg/l (sobre los valores reglamentarios) en la estación 2 en el mes de agosto y un valor mínimo de 5,4mg/l en la estación 3 en el mes de octubre. Según Gonza Tique (2017), el nivel de concentración del oxígeno disuelto en el agua a 24°C es 8,25 mg/l, a 25°C es 8,11 mg/l, a 26°C 7,99 mg/l y a 27°C 7,86 mg/l. valores que son similares a los encontrados en esta investigación.

Es importante aclarar que el nivel del oxígeno disuelto (OD) es un referente importante de la calidad de agua, es decir, al presentarse bajos niveles o ausencia de OD en el agua es un indicativo de contaminación elevada, una actividad bacteriana intensa o condiciones sépticas de materia orgánica, (Tamani Aguirre, 2014). Por su parte, la DBO<sub>5</sub> es un medidor de la cantidad de oxígeno consumida durante el proceso de oxidación o descomposición microbiológica de la materia orgánica en el agua, en otras palabras, indica la cantidad total de oxígeno necesaria para que las bacterias aerobias puedan oxidar la materia orgánica descompuesta (Clesceri, et al; 1999; Comunidad Andina, 2008).

Ahora bien, la presión parcial del oxígeno presente en la atmósfera y los niveles de temperatura del agua son los principales determinantes de la concentración de oxígeno en el agua (OMS, 2006). En el presente estudio, la demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) presentó un valor mínimo de 2,7mg/l en la estación 3 en el mes de octubre, valor fuera de los límites máximos establecidos en el DS N° 004-2017-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2017). En tanto que valor de 4,2 mg/l obtenido en la estación 2 durante el mes de agosto entra dentro del límite de normalidad.

La conductividad eléctrica (µmho/cm) presentó un valor mínimo de 32 µmho/cm en la estación 2, mientras que la estación 1 presentó como valor más alto 1789 µmho/cm; ambos en el mes de agosto, El valor de conductividad eléctrica de la estación 1 no cumpliendo así con el Decreto-Supremo-N°-031-2010-SA del Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano que establece un valor de 1500 µmho /cm como máximo permisible para aguas destinadas al consumo de los seres humanos.

De acuerdo a la tabla 2, los valores de los sólidos totales disueltos (mg/l) presentaron como máximo valor 895 mg/l durante la estación 1 y como valor más bajo 20 mg/l en la estación 3 ambos en el mes de agosto, ubicándose estos valores dentro de los límites más altos que son permisibles según Decreto-Supremo-N°-031-2010-SA del Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. Estos valores no superan el valor límite de sólidos totales disueltos establecido en la Guía para la Calidad del agua potable de la OMS (2006), indicando una concentración de sólidos totales disueltos de 600 mg/l para que el recurso hídrico pueda ser apto del consumo humano.

La temperatura (°C) presentó un 25,5°C como máximo valor en octubre dentro de la estación 2, mientras que en la estación 3, se registró 24°C como valor mínimo en agosto. Siendo, los niveles de temperatura un indicador de la calidad del agua que, a su vez, ejerce influencia directa sobre el comportamiento de otros indicadores de la calidad del vital líquido, como la ausencia de oxígeno, el Ph, la conductividad eléctrica entre otros (Tamani Aguirre, 2014).

En el Decreto-Supremo-N°-031-2010-SA del Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano, así como en la Guía para la calidad del Agua para consumo humano de la OMS (2006), no hay un valor de referencia para este parámetro; estas guías consideran que temperaturas muy elevadas estimulan el crecimiento y reproducción de microorganismos, pudiendo aumentar las anomalías en las características organolépticas del agua y corrosión en las tuberías.

En general, de acuerdo a los resultados obtenidos y considerando que la gestión racional del agua según lo planteado por los autores Sánchez-Martínez., et al, (2011), López (2008); Rodríguez Quispe., et al., (2009) y Gonzáles Rengifo., et al., (2014), debería estar enfocada en el cuidado y prevención de agentes contaminantes en los sistemas de distribución del vital líquido, pudiéndose afirmar que la Universidad Nacional de Trujillo no está realizando buenas estrategias que logren los objetivos hacia el desarrollo económico-social de la población universitaria, fundamentado en una gestión sobre los recursos naturales que sea sostenible.

Ahora bien, en la tabla 3, están los valores obtenidos sobre los coliformes totales durante las diferentes estaciones de muestreo realizadas en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo, presentándose un 11 NMP/100 ml como valor más bajo en la estación 3 en el mes de octubre y un valor de  $\geq 2400$  NMP/100 ml siendo el máximo alcanzado durante la estación 1 en el mes de agosto. Estos valores no cumplen con los valores máximos permitidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano (DIGESA, 2011).

Evidenciándose con esto que las acciones para la gestión sobre el uso y cuidado del agua de forma sostenible, no han sido del todo eficientes dentro de la Universidad en estudio, dado que los valores coliformes obtenidos de la investigación reportan presencia de agentes contaminantes en los suministros de agua y por lo tanto, en base a los planteamientos de Rodríguez Quispe., et al., (2009) y Gonzáles Rengifo., et al., (2014), sobre las características del agua para ser consumida por los humanos, el agua suministrada dentro de la Universidad en estudio no está apta para ser consumida por las personas.

Por otra parte, la OMS (2006), menciona que se ha encontrado contaminación fecal en la mayoría de pozos destinados al abastecimiento de agua, sobre todo en las zonas rurales de los países en vías de desarrollo. Por ello recomienda establecer a mediano plazo nuevos lineamientos que permitan mejorar progresivamente los abastecimientos de agua (OMS, 2006).

En la investigación realizada por Galdos-Balzategui., et al., (2017), en México, se reportó el riesgo microbiológico que pueden sufrir las personas por consumir agua contaminada, pues durante sus estudios encontraron contaminación microbiana por *Escherichia coli* en todas las fuentes de agua potable correspondientes a sus sistemas de distribución de Agua y en los Alcantarillados Municipales (SAPAM). Resultado similar encontrado con la presente investigación, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Valores promedio del parámetro microbiológico del agua en estaciones de muestreo. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo. 2020.

MESES	AGOSTO	OCTUBRE
ESTACIONES DE MUESTREO	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
Estación 1: Pozo de captación	≥2400	10
Estación 2: Pozo de reservorio	39	13.37
Estación 3: Baño de mujeres	28	1366.67

**Fuente:** Elaboración propia

En el Perú, en el año 2017, fue aprobado según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) que abordan normativas para el cuidado del Agua, aunado a la Constitución Política del Perú, específicamente en su artículo 2, el cual establece el derecho que toda persona tiene para gozar de un ambiente adaptado a las exigencias implícitas en el desarrollo de su vida. Esta ley modifica decretos anteriores, en mérito del análisis técnico realizado, el Artículo 3, señala las Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para el tratamiento del Agua, tomando en cuenta las siguientes distinciones: categoría de uso poblacional y recreacional, dentro de la que se encuentra la subcategoría de aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y dentro de ésta, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección simple, de conformidad con la normativa vigente.

Ahora bien, basado en las normas antes mencionadas, existen evidencias para considerar que el agua consumida en el Posgrado no reúne las condiciones microbiológicas aceptables, por tanto, las personas están expuestas a contraer infecciones digestivas como diarreas, que afectan la salud y el rendimiento académico. Sería conveniente investigar la incidencia de infecciones gastrointestinales en la población universitaria, correspondiendo a la Dirección de Responsabilidad social en coordinación con la Dirección de Bienestar Universitario y los órganos de gobierno de la Universidad Nacional de Trujillo.

### Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, se concluye que la calidad del agua consumida por los usuarios en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo, no reúne las condiciones de salubridad que exigen las normas establecidas. A pesar que los parámetros olor y sabor del agua presentaron valores aceptables en las tres estaciones durante los dos meses de muestreo, el agua de consumo humano no reúne las condiciones microbiológicas aceptables.

También, es importante entender que un aspecto esencial para trabajar óptimamente de manera conjunta, es cuando los usuarios son incluidos activamente, estableciendo reglas para el buen uso del agua dentro de sus localidades, trabajando en modelos de participación ciudadana, diseñando e implementando formas de gestión actualizadas, conforme a las necesidades del contexto. Necesitando entonces, que los actores sociales sean los promotores del control local, generando a su vez, un marco regulatorio direccionado a brindar soluciones de manera eficaz que protejan el interés común de la sociedad.

Por lo tanto, como recomendación para el caso particular de la Universidad Nacional de Trujillo, resulta necesario realizar una desinfección y cloración de acuerdo a las normas vigentes e implemente de políticas sostenibles para garantizar la gestión eficiente y consumo racional del agua saludable en la comunidad universitaria.

A su vez, considerando las actuales circunstancias originadas a raíz de la pandemia, producto del Covid-19 y viendo como a nivel internacional esto ha mejorado la calidad de los ecosistemas dada la disminución de las actividades productivas y comerciales de la sociedad, minimizando los daños que las mismas producen a la atmósfera, recomendando para próximos estudios, medir el cambio en la calidad del agua subterránea luego del Covid-19, considerando sus condiciones microbiológicas.

## Referencias Bibliográficas

- Advíncula Zeballos, Orlando, García Junco, Samantha, García Armas, Juvenal, Toribio Tamayo, Karin y Meza Contreras, Victor. (2014). Plan de ecoeficiencia en el uso del agua potable y análisis de su calidad en las áreas académicas y administrativas de la Universidad Agraria La Molina. **Ecología Aplicada**, 13(1), Perú. (Pp:43-55). <https://www.redalyc.org/pdf/341/34131158005.pdf>
- Andrade Pérez, Ángela y Navbarrete Le Blas, Fabián. (2004). **Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico**. (primera edición). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente–PNUMA– Oficina regional para América Latina y el Caribe. Red de formación ambiental. México.
- Aquae Fundación (2021). ¿Cuánta agua potable hay en la Tierra?. <https://www.fundacionaquae.org/cantidad-de-agua-potable-fuente-de-vida/>
- Ávila Rodríguez, Jose y León Olortegui, Jose. (2012). **Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo departamento de La Libertad**. Tesis de Licenciatura. Ingeniería Química. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Bain, Mark y Stevenson, Nathalie (1999). **Aquatic Habitat Assessment: Common Methods**. Editorial: American Fisheries Society. USA.
- Bolaños-Alfaro, John (2017). Gestor Integral del Recurso Hídrico, un experto necesario ante la vulnerabilidad socio-natural. **Revista InterSedes**, XVIII, (38), Costa Rica. (Pp. 115-144). <https://doi.org/10.15517/isucr.v18i38.32672>
- Briñez Ariza, Karol; Guarnizo Guerra, Juliana y Arias Valencia, Samuel (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. **Revista Facultad Nacional de Salud Pública**, 30 (2), Colombia. (Pp:175-182). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-386X2012000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2012000200006)

- Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria. (2012). Instructivo para la toma de muestra de Agua para Análisis Microbiológicos, Físico-químicos y Contaminantes. [https://www.entferios.gov.ar/oser/leyes/Instructivo\\_para\\_la\\_Toma\\_de\\_Muestra\\_de\\_Agua.pdf](https://www.entferios.gov.ar/oser/leyes/Instructivo_para_la_Toma_de_Muestra_de_Agua.pdf)
- Clesceri, Lenore; Greenberg, Arnold y Eaton, Andrew. (1999). Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters (20th edición). [http://srjicstaff.santarosa.edu/~oraola/Assets/APHA\\_SM\\_20.pdf](http://srjicstaff.santarosa.edu/~oraola/Assets/APHA_SM_20.pdf)
- Collazo Caraballo, María, y Montaña Xavier, Jorge. (2012). Manual de agua subterránea. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-desarrollo-rural/descarga/manual-de-agua-subterranea>
- Comunidad Andina. (2008). Manual de Estadísticas Ambientales Andinas. Lima, Perú: Secretaría General de la Comunidad Andina. [http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/OtrosTemas/MedioAmbiente/Manual\\_estadisticas\\_ambientales.pdf](http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/OtrosTemas/MedioAmbiente/Manual_estadisticas_ambientales.pdf)
- Diario Oficial El Peruano. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- Dirección General de Salud Ambiental. (DIGESA, 2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031-2010-SA. Lima, Perú: MINSA. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- Fuerte Velázquez, Diana Janeth (2019). Sustentabilidad y la gestión del recurso agua en México: una revisión histórica. **Economía y Sociedad**, XXIII, (40), Costa Rica, (Pp.13-27). <http://www.economiaysociedad.umich.mx/ojs3/index.php/ecosoc/article/view/23>
- Galdos-Balzategui, Ane, Carmona de la Torre, Jesús, Sánchez-Pérez, Hector, Morales-López, Juan, Torres-Dosal, Arturo, y Gómez-Urbina, Sergio. (2017). Evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico por consumo de agua en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. **Tecnología y Ciencias del Agua**, 8 (1), México. (Pp: 133-153). <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-10>
- Garcés Durán, Juan. (2011). Paradigmas del conocimiento y sistemas de gestión de los recursos hídricos: La gestión integrada de cuencas hidrográficas. **Revista REDESMA**. 5 (1). Bolivia. (Pp: 29-41). <http://biblioteca.ribei.org/id/eprint/300/1/redesma11.pdf>
- Gonza Tique, Fernando (2017). **Análisis de la transferencia de masa de oxígeno para sistema de tratamiento de aguas residuales a 3820 msnm**. Tesis de maestría. Maestría en ingeniería química. Universidad nacional del Altiplano. Perú
- González Rengifo, Gustavo; Zevallos Concha, Alisson; González-Castañeda, Cynthia; Nuñez, Denisse; Gastañaga Ruiz, Carmen; Cabezas Sanchez, Cesar; Luke, Naeher; Karen Levy y Steenland, Kyle. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: Una revisión del impacto en la salud de la población peruana. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**. 31(3), Perú. (Pp: 547-

- 556). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342014000300021](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000300021)
- Hernández Barrios, Yisel; Fonte Galindo, Luis; Zabala Argüelles, María del Carmen y Pérez Chacó, Dennis. (2021). Mejorando la respuesta a la COVID-19: reorientación de los esfuerzos de comunicación de riesgos hacia cuestiones de equidad. **Revista Latinoamericana De Difusión Científica**, 3(5), Venezuela (Pp. 3-8). <https://doi.org/10.38186/difcie.35.01>
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar (2014). **Metodología de la investigación**. (6ta. Edición). Editorial: McGrawHill Education. México.
- López A, Víctor. (2008). Estudio Introductorio. Gobernanza, Descentralización y Gestión ambiental en el Ecuador. Memoria de la **Jornada “Descentralización, Gestión Ambiental y Conservación”, EcoCiencia**. Quito, Ecuador. [https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/9180.DESCENTRALIZACION\\_GA\\_ECU.pdf](https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/9180.DESCENTRALIZACION_GA_ECU.pdf)
- Marín Galvin, Rafael. (2010). Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. Córdoba: EMACSA. <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/19900/caracteristicas-fisicas-quimicas-y-biologicas-de-las-aguas>
- Méndez Calderón, Margelis. (2021). Covid-19 un fenómeno colectivo, visto desde el umbral de la biopolítica. **Revista Latinoamericana De Difusión Científica**, 3 (5), Venezuela (Pp. 25-35). <https://doi.org/10.38186/difcie.35.03>
- Organización de las Naciones Unidas. (ONU, 2015). Objetivos del Desarrollo Sostenible. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation>
- Organización Internacional de Normalización (ISO, 2019). Nueva norma ISO 46001:2019 sobre la gestión de la eficiencia del agua. <https://www.nueva-iso-14001.com/2019/11/nueva-norma-iso-460012019-sobre-la-gestion-de-la-eficiencia-del-agua/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006). Guía para la calidad del agua potable. [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowsres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf)
- Rodríguez Quispe, Noelia, Rojas Flores, Pamela, Romero Ledezma, Karla. y Rueda Muñoz, Zulma. (2009). Estudio microbiológico de la calidad de agua suministrada a la población de Sebastián Pagador en el año 2008. **Revista Científica Ciencia Médica**, 12(1), Bolivia. (Pp:10-13). [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1817-74332009000100005&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1817-74332009000100005&script=sci_abstract)
- Sánchez-Martínez, María; Rodríguez-Ferrero, Noelina; Salas-Velasco, Manuel (2011). La gestión del agua en España. La unidad de Cuenca. **Revista de Estudios Regionales**, (92), España. (Pp. 199-220). <http://www.revistaestudiosregionales.com/documentos/articulos/pdf1174.pdf>
- Semarnat (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde. Edición 2015. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15\\_completo.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf)
- Sotil Rivera, Luz y Flores Vásquez, H. (2016). **Determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán-Loreto.**

Trabajo de grado. Ingeniería química. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Perú.

Tamani Aguirre, Yilssa. (2014). Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la provincia de Padre Abad, Aguytía.  
[https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf](https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf)

World Water Assessment Programme. (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015: Agua para un mundo sostenible - Datos y cifras. UNESCO. Francia.  
[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts\\_Figures\\_SPA\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf)