

## Calidad del agua potable de la ciudad de Bagua, Amazonas, 2018

### Quality of drinking water in the city Bagua, Amazonas, 2018

Junyor Elmer Hoyos Revilla<sup>1</sup>, Oscar Andrés Gamarra Torres<sup>2</sup>

#### RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua potable de la ciudad de Bagua, se realizó en base a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos fueron comparados con el Límite Máximo Permisible (LMP) del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031–2010–SA, Ministerio de Salud. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos in situ con 110 muestras resultando: El cloro residual con 60 muestras representa el 54,55% que no cumple el LMP y 50 muestras representan 45,45% que cumple el LMP, el pH con 94 muestras representa el 85,45% que no cumple y 16 muestras representan 14,55% que cumple, en turbiedad 23 muestras representan 20,90% que no cumple y con 87 muestras representan 79,10% sí cumple. A su vez se determinaron parámetros microbiológicos en 48 muestras analizadas en laboratorio como coliformes termotolerantes o fecales con 13 muestras representando el 27,08% cumple el LMP y 35 muestras representan el 72,92% cumplen el LMP, en coliformes totales 26 muestras representan 54,17% no cumplen con el LMP y 22 muestras representan 62,5% cumplen el LMP; concluyendo que, la calidad del agua que consume la población de la localidad de Bagua; no es apta para consumo humano.

**Palabras clave:** Agua potable, calidad, consumo humano

#### ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the quality of the drinking water of the city of Bagua, it was carried out based on physicochemical and microbiological parameters. The results obtained were compared with the Maximum Permissible Limit (LMP) of the Regulation of Water Quality for Human Consumption: DS N° 031–2010 – SA, Ministry of Health. Physicochemical parameters were evaluated in situ with 110 samples resulting: Residual chlorine with 60 samples represents 54.55% that does not comply with the LMP and 50 samples represent 45.45% that comply with the LMP, the pH with 94 samples represents 85, 45% that do not comply and 16 samples represent 14.55% that comply, in turbidity 23 samples represent 20.90% that do not comply and with 87 samples represent 79.10% that do comply. At the same time, microbiological parameters were determined in 48 samples analyzed in the laboratory as thermotolerant or fecal coliforms with 13 samples representing 27.08% complying with the LMP and 35 samples representing 72.92% complying with the LMP, in total coliforms 26 samples representing 54 17% do not comply with the LMP and 22 samples represent 62.5% comply with the LMP; concluding that, the quality of the water consumed by the population of the town of Bagua; it is not suitable for human consumption.

**Keywords:** Potable water, quality, human consumption

<sup>1</sup>Bachiller en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: junyorh@hotmail.com

<sup>2</sup>Docente de la Facultad de ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: oscar.gamarra@untrm.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

Hablar de agua potable es definir que es “adecuada para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”, es libre de microorganismos causantes de enfermedades. Las posibles consecuencias de la contaminación microbiana para la salud son tales que su control debe ser objetivo primordial y nunca debe comprometerse (Ríos Tobón et al., 2017).

Para la evaluación de la calidad del agua potable se emplean parámetros organolépticos, químicos inorgánicos y orgánicos, físico y microbiológicos siendo estos los que determinan los estándares de calidad (Kiely, 1999).

Según Larrea et al. (2019), en su publicación, el incremento del uso del agua para diversos fines y el incremento poblacional en el mundo ha servido para que aumente los niveles de contaminación en los sistemas acuáticos; esto conlleva a una problemática en la actualidad por arrojar desechos domésticos e industriales en la disminución de los ecosistemas. Para ello se requiere un control fiable en la calidad microbiológica del agua para el consumo y del vertido. Es por ello que el control debe ser económico, rápido de la calidad microbiológica del agua usando indicadores de contaminación Coliformes Totales y Termotolerantes o fecales. Se determinó los criterios según las normas de calidad, se identificó los contaminantes y el control del tratamiento de agua y otro estudio epidemiológico, etc. Esta investigación ha servido para reportar y evaluar la calidad del agua.

Según la normativa actual los requisitos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA; es toda agua inocua para la salud tiene que cumplir los requisitos de calidad determinados en el reglamento. Por lo tanto, para los parámetros microbiológicos debe de estar libre de bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*; conforme a los límites máximos permisibles. En los parámetros de calidad Organoléptico (90%) el noventa por ciento de las muestras captadas en la red de distribución; no debe exceder los LMP.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

Para determinar la calidad del agua potable de la ciudad de Bagua – Amazonas, se realizaron en las siguientes etapas:

**Etap 1:** Trabajo documentado, se determinó el área de estudio y el número de muestreos (110) las que se realizaron durante los meses de E, F, M, A, M, J, A y S del 2018.

**Etap 2:** Se procedió hacer un trabajo de Campo identificando las viviendas con conexiones activas y asignando un código a la vivienda; se tomaron las

muestras In-Situ; en los Trece Sectores según el Protocolo de Procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. RD 160-2015-(DIGESA). Se analizó los resultados según normativa vigente del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA; respecto a los Límites Máximos Permisibles e identificando zonas críticas.

**Etap 3:** Se realizó toma de muestras en las zonas críticas para análisis microbiológicos recolectados en un total de 48 muestras para coliformes totales y coliformes fecales a través del método estándar de filtración de membrana; dispuesto por APHA 1995 y aceptado por USEPA.

**Etap 4:** Procesamiento de información sobre los análisis de los resultados de las diferentes muestras microbiológicas.

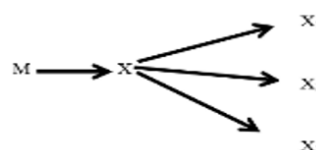
### 2.1 Instrumentos

Los instrumentos que se usaron en el presente estudio fueron:

- Formato de registro histórico de las estaciones de muestreo que contenga: georreferenciación, fecha de toma de muestra.
- Formato de análisis microbiológico de las estaciones de muestreo.
- Formato de análisis fisicoquímico de las estaciones de muestreo.

### 2.2. Diseño de Investigación

El presente estudio tuvo un diseño transversal correlacional.



**Dónde:**

**M:** Muestra (Agua)

**X:** variables

**X<sub>1</sub>:** Parámetros fisicoquímico

**X<sub>2</sub>:** Parámetros microbiológicos

**X<sub>3</sub>:** Parámetros organolépticos

### 2.3 Población

La población de estudio estuvo constituida por 5,616 usuarios activos en la zona urbana, de un total de 6,005 conexiones totales que se encuentran registrado según sistema de facturación de cobranza.

### 2.4 Muestra

Estuvo representada por 110 muestras o viviendas de las conexiones activas de la zona urbana de Bagua y sus sectores que se abastece con agua potable. Para determinar la muestra se utilizó la formula:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

## 2.5 Trabajo de campo

### a. Muestreo

El periodo de muestreo estuvo dividido en dos procesos.

#### 1. Monitoreo In situ

Muestreo de los parámetros de Cloro Libre Residual, Turbiedad, pH, Conductividad comprendido en los meses de febrero, marzo y abril del 2018, considerando los procedimientos establecidos para la toma de muestras para agua de consumo

#### 2. Muestreo para análisis microbiológicos

Identificadas las muestras críticas que no cumplen con el reglamento vigente de los Límites Máximos Permisibles; se volvió a muestrear los parámetros de cloro libre residual y turbiedad; haciendo un total de 48 muestras recolectadas para procesamiento microbiológico; muestras tomadas en recipientes de vidrio de 200 ml cada uno, recolectadas por el mismo investigador, los envases con muestras de agua fueron sellados herméticamente y debidamente rotulados, refrigerada a 4 °C y trasladados al laboratorio referencial de la Red de Salud de Bagua para la realización de los análisis respectivos.

### b. Trabajo de laboratorio

#### Análisis de las muestras

El método de filtración de membrana es una manera rápida y simple de estimar las poblaciones bacterianas en el agua. El método es especialmente útil al evaluar grandes volúmenes de muestras o al realizar diariamente muchas pruebas de coliformes.

Para la detección de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes o Fecales en muestras de agua para consumo humano; se utilizaron los medios de cultivo m-Endo Estéril y m-FC Estéril; preparado en ampollas de 2 ml para 100 ml.

Los análisis que determinaron la calidad del agua que consume la población usuaria en la ciudad de Bagua, se realizaron en el Laboratorio Referencial Regional de Bagua del Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano- PVICA, para los análisis microbiológicos en su procesamiento y lectura de resultados de los parámetros Coliformes Totales y Coliformes Fecales. Para el análisis de datos se consideraron los resultados obtenidos en el laboratorio Referencial Regional y se compararon con los parámetros establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo.

**Determinación de los parámetros físico-químicos:** Cada muestreo se siguió los procedimientos recomendados por el MINSA.

#### • Determinación de cloro libre residual

Para la determinación del Cloro Residual se utilizó el equipo Pocket Colorimeter II; marca Hach; respectivamente calibrado para el análisis en campo, en cada muestra de 10 ml; se agregó el Reactivo DPD para cloro libre marca Hach.

#### • Determinación de turbiedad

Se determinó este parámetro in situ con el equipo de turbidímetro portátil 2100Q; marca Hach respectivamente calibrado para el análisis in situ; este equipo nos ofrece una facilidad de uso y exactitud.

#### • Determinación de pH

Se utilizó el instrumento medidor multiparámetro HANNA; modelo HI9813-6; para la muestra de pH; fue recolectada en frascos de vidrio de 200 ml y medido en el punto referido.

#### • Determinación de Coliformes: (Método de Filtración por membrana).

#### Prueba presuntiva de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes o Fecales:

Se analizó una muestra de 100 ml agregando 0.5 ml de tiosulfato, el cual es inhibidor del cloro presente en cada muestra, que permite determinar la concentración de microorganismos indicadores de contaminación presentes en cada muestra; la muestra fue procesada por el método de filtración por membrana sembrando simultáneamente en medio Endo y en medio m-FC e incubadas a las respectivas temperaturas durante 24-48 horas.

Esta prueba se realizó bajo las condiciones adecuadas, todos los instrumentos estériles y los implementos de protección personal que dicta el laboratorio.

## III. RESULTADOS

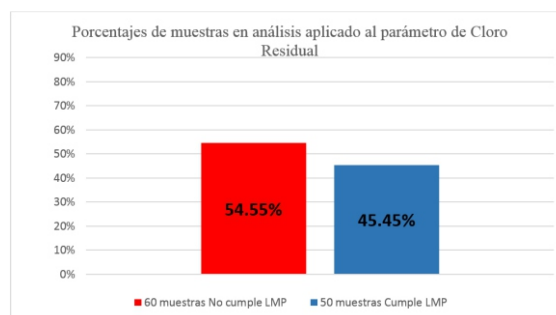


Figura 1. Porcentaje del parámetro cloro residual de muestras de agua de la ciudad Bagua, 2019.

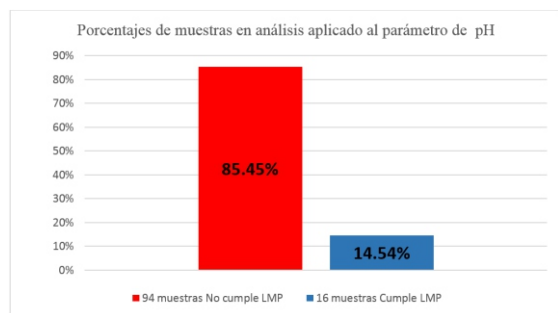


Figura 2. Porcentaje del parámetro pH de muestras de agua de la ciudad Bagua, 2019.

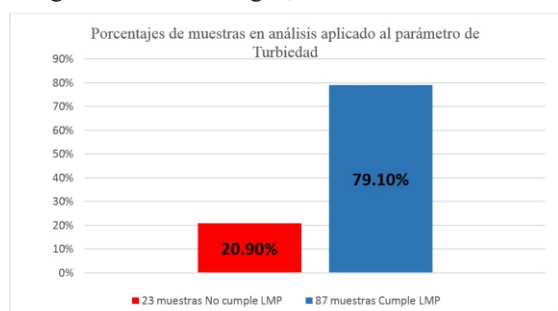


Figura 3. Porcentaje del parámetro turbidez de muestras de agua de la ciudad Bagua, 2019.

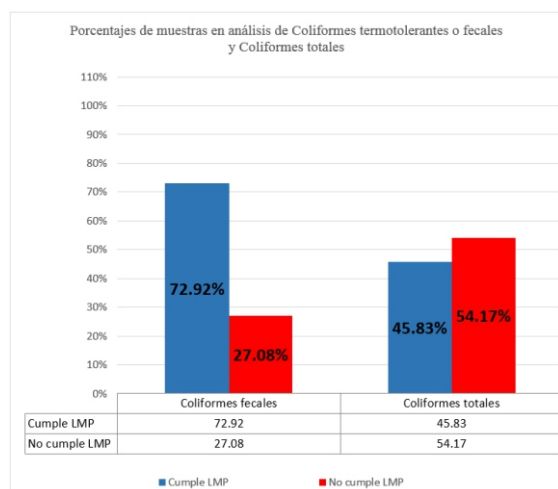


Figura 4. Porcentaje de coliformes fecales y totales de muestras de agua de la ciudad Bagua, 2019.

#### IV. DISCUSIÓN

Según los resultados del muestreo realizado en la ciudad de Bagua en el año 2019. De 110 muestras analizadas en el parámetro de cloro residual, 60 de ellas que equivalen al 54.55 % no cumple con el Límite Máximo permisible y 50 muestras que son equivalentes al 45.45 % si cumplen con el LMP, (Figura 1). En un estudio realizado en Iquitos, los parámetros de Control Obligatorio realizados contienen concentraciones aceptables de cloro residual en 95 % del total de las muestras analizadas y se encuentra dentro de LMP que determina la calidad del agua para el consumo humano de la

ciudad de Iquitos (García 2019)

En el muestreo del parámetro de ph realizado en la ciudad de Bagua en el año 2019. De 110 muestras analizadas, 94 de ellas que equivalen al 85.45 % no cumple con el Límite Máximo permisible y 16 muestras que son equivalentes al 14.54 % si cumplen con el LMP, no alcanzando la normatividad que exige que del 100%, el 90% debe cumplir con el LMP (Figura 2). Resultados en el mismo parámetro determinó que la calidad del agua para el consumo humano de la ciudad de Iquitos y Juan Bse tiene concentraciones adecuadas, logrando afectar de esta manera la aceptabilidad del agua (García 2019).

En el muestreo realizado en la ciudad de Bagua en el año 2019. De 110 muestras analizadas en el parámetro de turbiedad arrojan 23 muestras equivalentes al 20.90 % no cumple con el LMP y 87 muestras equivalentes al 79.10 % cumplen con el LMP; sin embargo, no llega al 90 % requerido por la normatividad (Figura 3). Resultado opuesto se encontró en el trabajo realizado en la ciudad de Iquitos, donde la turbiedad se mantiene dentro de los LMP; mejorando de esta forma la percepción y aceptabilidad del agua para el consumo humano de la ciudad de Iquitos (García 2019),

En los parámetros microbiológicos analizados de Coliformes Termotolerantes o Fecales y Coliformes Totales realizados en la ciudad de Bagua en el año 2019. En los análisis microbiológicos se tomaron 48 muestras en total; en el parámetro de Coliformes fecales se encontró que 35 muestras cumplen con el LMP equivalentes al 72,92% y, 13 muestras No Cumplen con el LMP haciendo un 27,08%. Con respecto a los coliformes totales, de las 48 muestras, 22 de ellas Cumple con el LMP que equivalen al 45,83% y 26 muestras No Cumplen con el LMP equivalente al 54,17% (Figura 4). Así mismo, en los análisis microbiológicos del total de las muestras realizadas en la ciudad de Iquitos, dos (02) resultaron positivas en los parámetros de Coliformes totales y termotolerantes; por lo tanto, se mostró el agua que consume la ciudad de Iquitos, no es apta para consumo humano, por encontrarse coliformes (García 2019), en el análisis microbiológico de coliformes totales en los puntos que incumplen son; 3, 6, 9, se manifestó que siete valores se encuentran dentro de los límites establecidos. Para la evaluación del parámetro de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli – Puno”, los coliformes termotolerantes o fecales; se encontró que en el punto 3 supera el LMP. Por lo que la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano es una herramienta indispensable para el control de calidad del agua potable (Tacora 2018).

## V. CONCLUSIONES

En este trabajo se investigó la calidad del agua potable de la ciudad de Bagua, en el análisis físico químico se consideró 110 muestras, resultando que:

- En el cloro residual de 60 muestras equivalentes al 54,55 % no cumple el LMP, 50 muestras que equivalen al 45,45% cumple el LMP.

- En el parámetro del pH no cumple en 94 muestras equivalentes el 85,45%, con 16 muestras equivalentes al 14,55 cumple el LMP.

- El parámetro de la turbiedad con 23 muestras equivalentes al 20,90% no cumple, con 87 muestras equivalentes al 79,10% sí cumple.

En el análisis microbiológico de 48 muestras analizadas en laboratorio resultó que:

- En el análisis de los Coliformes fecales con 35 muestras que corresponden al 72,92% cumple con el LMP y con 13 muestras correspondientes al 27,08% si cumplen con el LMP.

- En el parámetro de los Coliformes totales tenemos 22 muestras que corresponden al 45,83% cumple con los LMP, y con 26 muestras equivalentes al 54,17% no cumple con el LMP; de dichos análisis se concluyó que la calidad del agua que consume en la actualidad la población de la localidad de Bagua, no es apta para consumo humano afectando la salud de la población.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIGESA., (2015). RD N° 160-2015-DIGESA, *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.*

García, R. (2019). *Parametros de Control Obligatorio para Determinar la Calidad del Agua de Consumo Humano en la ciudad de Iquitos, 2018.* Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.

Kiely, G. (1999). *Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión* (Primera ed.). (A. García Brage, Ed.) Colombia: McGraw-Hill.

MINSA. (2011). DS N° 031-2010-SA. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Primera.* Lima, Perú: MINSA.

Ríos Tobón., Agudelo Cadavid, R. M., & Gutiérrez Builes, L. A. (2017). *Patógenos e*

*Indicadores Microbiológicos de Calidad del Agua para Consumo Humano.* Facultad Nacional de Salud Pública, 236-247

Tacora, S. (2018). *Evaluacion de los Parametros de Control Obligatorio del Agua Potable de la Zona Urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Region Puno, 2018.* Universidad Peruana Union, Puno.