

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL



**Calidad microbiológica del agua para consumo humano en la comunidad de Colpa
Tuapampa, Chota.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTOR

Roxana Mabel Sempértegui Rafael

ASESOR

M.sc. Maryuri Yohana Vega Eras

CHOTA – PERÚ

Agosto, 2021

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por las bendiciones, la salud, la vida y las fuerzas para seguir adelante, superado obstáculos que se presentaban.

Expreso mi especial agradecimiento a mi madre Zoila Rafael Fernández y a mi padre Heriberto Sempertegui Gonzales, por el apoyo incondicional para mi formación profesional.

A mi asesora M.sc. Maryuri Yohana Vega Eras, por sus consejos y aportes que han permitido la culminación de la presente investigación.

Al comité de rondas campesinas por otorgarme el permiso de ingreso a dichas captaciones y poder ejecutar mi trabajo de investigación.

Al jurado evaluador, por haberme permitido finalizar este trabajo de investigación, ya que con su ayuda, comentarios y aporte me ayudaron a incrementar más conocimientos en mi formación académica.

Roxana Mabel Sempértégui Rafael

DEDICATORIA

Dedico ésta presente investigación en primer lugar a Dios, reconozco que la sabiduría viene de él, a mis padres Zoila y Heriberto, esposo Dr. José Alberto Carlos Ramos e hija Kimberly Spanish Carlos Sempértegui brindando su apoyo incondicional, para enriquecer mi formación profesional, a mis hermanas Felicita y Delmira por sus consejos para seguir adelante con mi superación personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA	iii
TABLA DE CONTENIDOS.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xi
Abstract	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEORICO.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Agua	6
2.2.2. Calidad de agua.....	6
2.2.3. Calidad de agua para consumo humano	7
2.2.4. Parámetros microbiológicos.....	7
2.2.5. Parámetros adicionales.....	8
2.2.6. Agua potable	9
2.2.7. Contaminación del agua.....	11
2.3. Marco conceptual.....	12

CAPÍTULO III.....	14
MARCO METODOLÓGICO	14
3.1. Ubicación	14
3.2. Población y muestra	16
3.2.1. Población.....	16
3.2.2. Muestra.....	17
3.3. Equipos, materiales e insumos	17
3.4. Metodología de la investigación	18
3.4.1 Tipo y diseño de la investigación.....	18
3.4.2 Diseño de estudio	19
3.4.3 Procedimiento de recolección de datos	19
3.4.4 Muestras de agua.....	21
3.4.5 Cálculo de la calidad del agua en función de parámetros	23
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5.1. Técnicas.....	23
3.5.2. Instrumentos	23
3.5.3. Metodología de revisión y colección de información	23
3.5.4. Métodos para el análisis de datos de la información obtenida	23
3.5.5. Filtración por membrana	24
3.6. Análisis estadístico.....	24
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25

4.1. Resultados de análisis microbiológico y otros parámetros de las muestras de agua para el consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa 2020.	25
4.2. Evaluación Según las normas de calidad del agua	36
CAPÍTULO V	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1. CONCLUSIONES	45
5.2. RECOMENDACIONES	46
CAPÍTULO VI.....	47
REFERENCIAS BIBILOGRAFÍCAS	47
CAPÍTULO VII	51
ANEXOS.....	51

Índice de tablas

Tabla 1.Límites máximos permisibles.....	10
Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos.	11
Tabla 3: Calidad microbiológica de agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa.....	25
Tabla 4.Comparación de los Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	36
Tabla 5. Comparación de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	37
Tabla 6. Comparación de Coliformes Totales (UFC/100 mL), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo	38
Tabla 7.Comparación de Turbiedad (UNT), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.....	39
Tabla 8. Comparación de la Conductividad (uS/Cm), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo	40
Tabla 9. Comparación de Solidos Disueltos Totales (SDT), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo	41

Tabla 10. Comparación del pH, con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.....	42
Tabla 11. Comparación de la temperatura (°C), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo	43

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	15
Figura 2. Ubicación de los cuerpos de agua estudiados en la comunidad de Colpa Tuapampa, provincia de Chota	16
Figura 3. Contenido de sólidos totales suspendidos (SDT) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampen función del tiempo transcurrido (días).....	29
Figura 4. Conductividad eléctrica (uS/ Cm) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampen función del tiempo transcurrido (días).....	30
Figura 5. Turbidez (UNT) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampen función del tiempo transcurrido (días)	31
Figura 6. Coliformes totales (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampen función del tiempo transcurrido (días).....	32
Figura 7. <i>Escherichia coli</i> (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampen función del tiempo transcurrido (días)	34
Figura 8. Coliformes termotolerantes (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampen función del tiempo transcurrido (días).....	35
Figura 9. Bacterias coliformes termotolerantes (UFC/100 ml), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	37
Figura 10. Bacterias <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	38
Figura 11. Bacterias coliformes totales (UFC/100 ml), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	39
Figura 12. Turbiedad (UNT), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	40

Figura 13. Conductividad (uS/Cm), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	41
Figura 14. SDT (mg/L), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	42
Figura 15. PH (Unidades de pH), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	43
Figura 16. Temperatura (°C), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.	44
Figura 17. Local de colecta la Chorrera.	51
Figura 18 Local de colecta el Lanche.	52
Figura 19. Local de colecta El Cuan.	52
Figura 20. Muestreo	53
Figura 21. Etiquetado de muestras.	53
Figura 22. Comité de rondas campesinas de la comunidad en el local de colecta.	54

Resumen

En el trabajo de investigación el objetivo fue determinar la calidad microbiológica del agua para el consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. La investigación es transversal, descriptivo comparativo. La investigación se realizó en el laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL - DA. Se trabajó con 12 muestras de agua de consumo humano, las cuales fueron recolectadas, durante cuatro meses de evaluación (cada 30 días), en 3 captaciones: El Lanche, el Cuan y la Chorrera; en cada captación se analizaron 3 parámetros microbiológicos: coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, se sometieron a un análisis de laboratorio siendo los resultados comparados con los valores estándar. Se aplicó el análisis de regresión lineal y cuadrática con el programa SISVAR 5.6. Las aguas del área de estudio presentaron valores altos de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*: 200 UFC/100ml; 220 UFC/ 100 ml y 188 UFC 100 ml. Superan los valores del DS N° 031-2010-SA *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano para aguas de categoría I*. En conclusión el agua de para consumo humana de la comunidad no es apta para el consumo humano debido a la alta concentración de bacterias que atentan contra la salud de las personas.

Palabras Claves: Agua, Calidad microbiológica, Consumo humano

Abstract

In the present research work the objective was to determine the microbiological quality of the water for human consumption in the community of Colpa Tuapampa, Chota. The research is cross-sectional, descriptive, comparative. The research was carried out in the test laboratory accredited by the Peruvian accreditation body INACAL - DA. We worked with 12 samples of water for human consumption, which were collected, during four months of evaluation (every 30 days), in 3 catchments: El Lanche, El Cuan and La Chorrera; In each uptake, 3 microbiological parameters were analyzed: total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*, they were subjected to a laboratory analysis, the results being compared with the standard values. Linear and quadratic regression analysis was applied with the SISVAR 5.6 program. The waters of the study area presented high values of total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*: 200 CFU / 100ml; 220 CFU / 100 ml and 188 CFU 100 ml. Exceeding the values of DS N ° 031-2010-SA Regulation of the quality of water for human consumption for category I waters. In conclusion, the water for human consumption of the community is not suitable for human consumption due to the high concentration of microorganisms that threaten the health of people.

Keywords : Water, Microbiological quality, Human consumption

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta el agua es de suma importancia y cada día se está escaseando, tema muy alarmante y preocupante, sin agua no podemos vivir. En el mundo mueren cada año, personas con enfermedades diarreicas alrededor de 1.8 millones de humanos, de estas personas el 90% son niños de 0 a 5 años específicamente de los países en vías de progreso (Félix, Campas, Aguilar & Meza, 2007); así mismo, el mayor porcentaje de la población mundial se ven obligadas a consumir agua de mala calidad microbiológica produciendo un sin fin de enfermedades (Webster, 2015).

La creciente demanda del agua ha despertado la atención en las indagaciones sobre la bacteriología del agua, puesto que para su uso es indispensable que no exista riesgo en la salud. La OMS afirma que el 80% de los malestares de parásitos gastrointestinales e infecciosas que están asociadas con una tercera parte del consumo de agua insalubre y las defunciones causadas por el uso (Ramírez, Robles, Sainz, Ayala & Campoy, 2009).

Las normas que disponen los rangos permisibles se debe aplicar rigurosamente, de esta manera se puede evitar y frenar la contaminación del recurso hídrico en el Perú, con esto se asegura un consumo de agua de buena calidad que no sea dañina para su consumo. El agua es la molécula fundamental para vivir no se puede sustituir, puesto que donde exista agua se desarrolla muchas formas de vida (Chulluncuy, 2011) nuestras reservas totales de agua parecieran ser infinitas, es importante tomar conciencia, crear una cultura de cuidado del agua y se merece toda nuestra atención, nuestra importancia sobre nuestro recurso escaso y vulnerable (Romero, Gómez, Sánchez & García, 2009).

Se realizó la investigación porque el tratamiento del agua de la zona rural para su consumo, específicamente la comunidad de Colpa Tuapampa, no es supervisado por las entidades competentes, tampoco se cuenta con conocimientos para realizar este proceso y mucho menos controlar el nivel de microbiología patógena de las aguas. Entre los aspectos que contribuyen a empeorar esta situación se encuentran en las instalaciones de reserva, captación y grifos que estos sirven para el traslado del agua, carecen de un mantenimiento y limpieza adecuada. Con ésta investigación los pobladores se tomará medidas adecuadas para su correcto manejo y se pueda evitar la contaminación microbiológica (Pérez, 2016).

Se formuló el problema ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota? Justificándose en lo social considerando la salud del factor humano como pilar de la sociedad relacionado con el consumo de baja calidad; en lo económico debido a que los comités de agua carecen de conocimientos sobre la administración y mantenimiento, fijación y recaudación de tarifas y en lo tecnológico los resultados nos sirve de base para la formulación de políticas efectivas para mejorar la calidad del agua.

El principal objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad microbiológica del agua para el consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. Los objetivos específicos se centraron en la determinación de la concentración de bacterias coliformes totales, bacterias coliformes termotolerantes y bacterias *Escherichia coli* en el agua para consumo humano en la Comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. En 3 captaciones (El Lanche, El Cuan y La Chorrera), por cuatro meses de evaluación.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

- Vásquez (2019), en el departamento de Cajamarca, provincia de Jaén; se buscó evaluar la calidad de agua para consumo humano del sector Fila Alta con la finalidad de comprobar si dicho recurso que se consume es ciertamente potable. Se realizó el muestreo y se sometió al análisis microbiológicos, obteniéndose como resultado entre los meses de enero - abril presentaron la mayor cantidad de coliformes totales (>200 UFC/100ml a 35°C); así mismo, coliformes fecales (>200UFC/100ml a 44.5°C). Se concluyó que dichos resultados evaluados presentan contaminación microbiológica en una mayor concentración presentan coliformes fecales y coliformes totales.
- Araujo y Benito (2017), buscaron “determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica -2017”. Dichos análisis estuvo conformado por 10 muestras que fueron recolectadas una en la captación, dos muestras en los reservorios y siete muestras en los grifos. La indagación es de nivel descriptivo de tipo básica, no experimental, transversal y la técnica para la recolección de dichos datos fue la observación. El estudio tuvo como resultados en la zona de captación se registraron en promedio un nivel de contaminación microbiológica de 2.8 UFC/100ml, en la zona de reservorio se registró un nivel de contaminación microbiológica de 1.1 UFC/100ml y por último en los grifos se registró 0.6 UFC/100ml de nivel de contaminación microbiológica. En conclusión, los parámetros analizados de las muestras superan los LMP.
- Ríos, Agudelo y Gutiérrez (2017), para poder proponer en Colombia un esquema de monitoreo se describieron indicadores principales empleados para la evaluación microbiológica del agua

como elemento clave. Su metodología consistió en una selección de artículos de las redes de datos Pubmed, Springerlink y Science Directoriales, publicados entre enero (2000) y noviembre (2015). Los resultados permitieron considerar como bioindicadores a géneros *Serratia*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Edwardsiella* presentes en el agua en altas concentraciones. En conclusión que las fuentes de abastecimiento presentan una diversidad de patógenos encontrados en el monitoreo.

- Fajardo, Gaines, Muñoz, Otero y Mendoza (2017), indagaron en un barrio marginal de Bogotá la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua; también se determinó las condiciones habitacionales, la investigación fue transversal descriptivo. Dicho muestreo se realizó en 25 casas de la población para su análisis correspondiente, teniendo como resultados que en 22 muestras se encontraron 0 UFC/100; en la primera muestra se encontró 15 UFC/100, en la segunda 30 UFC/100 y 60 UFC/100 en la tercera, de microorganismos en el agua. En conclusión, de un 100% de habitantes; el 20% son invasoras que viven en la ribera del río Bogotá en condiciones indignas y un 80% de los habitantes viven en buenas condiciones.
- Chamorro, Ardila, Ruiz & Zamora (2017), en Neiva evaluaron la calidad sanitaria del agua potable en la Universidad Surcolombiana sede central. El estudio se realizó en 5 etapas sucesivas (revisión bibliográfica, etapa de muestreo, laboratorio, examinar y divulgar los resultados), por un lapso de tiempo de 4 meses para analizar los parámetros bacteriológicos, fisicoquímicos y pesticidas. Los resultados obtenidos evidencian que en la distribución del recurso hídrico se encontraron coliformes totales, siendo 1 UFC/ 100 cm³ sobrepasando con esto los límites permisibles. En los puntos críticos de las redes de distribución del agua donde dio positivo a la presencia de coliformes totales se debe hacer un monitoreo continuo.

- Cava y Ramos (2016), buscaron caracterizar parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Pacora- Lambayeque, en el fortalecimiento del servicio la investigación dio la oportunidad de elaborar una propuesta de tratamiento. Para evitar la contaminación utilizaron la técnica del flamenco con mechero de alcohol adquiriendo resultados fuera de los límites de agua para consumo, específicamente con mayor significancia los coliformes totales con un nivel de concentración máximo de 50 UFC/100ml y un mínimo de 30 UFC/100ml y los coliformes termotolerantes con un nivel de concentración máximo de 2 UFC/100ml y un mínimo de 1 UFC/100ml. Se concluyó que no es apta el agua para su consumo proviene de la localidad de Las Juntas. El fin de proteger a la población a contraer enfermedades contagiosas y mejorar las características del agua se debe aplicar un tratamiento sistemático de electrodiálisis reversible.
- En México, Félix, Campas, Aguilar & Meza (2007), buscaron evaluar del agua que abastece las comunidades rurales del Sur de Sonora su calidad microbiológica. Utilizaron la técnica de tubos de fermentación múltiple del número más probable (NMP). La metodología consiste en la fermentación de la lactosa a una incubación de 35 ± 1 °C para las bacterias coliformes totales y a 44.5 °C para las bacterias coliformes fecales de 24 a 48 h. Los resultados obtenidos de las comunidades de Ejido Melchor Ocampo y Aduana presentaron altas densidades de coliformes Totales, con el 100% de las muestras que equivale a 84 muestras y 97% equivale a 82 muestras están fuera de la norma y los resultados de coliformes fecales de dichas comunidades presentaron altas concentraciones de coliformes fecales, con el 99% que equivale a 83 muestras y 86% que equivale a 72 muestras. Se observó los resultados de los análisis de la comunidad de Etchojoa que presenta una buena calidad microbiológica.

- Sánchez, Vargas y Méndez (2000), buscaron analizar la calidad bacteriológica del agua (CBA) para consumo humano y su relación con enteroparasitosis y diarreas en niños de 1 - 14 años en comunidades de alta marginación socioeconómica de Chiapas, México. La metodología utilizada para analizar las enteroparasitosis fue por el método Faust y la (CBA) mediante la técnica de filtración por membranas. En relación a los diversos factores analizados se utilizó el estadístico χ^2 para el análisis de la CBA. Como resultado se obtuvo que el 31% de muestras analizadas son de buena calidad. Los menores de edad con mala calidad bacteriológica del agua (CBA) en sus domicilios presentaron mayor prevalencia de *Entamoeba histolytica* y mayor probabilidad a estar con parásitos. En fin, es necesario aplicar medidas que mejoren la CBA, su buen manejo y el buen cuidado de las fuentes que abastecen de agua.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

Compuesto natural escaso, de suma importancia para las personas a nivel mundial.

En nuestro país la mayoría de población está obligada a consumir agua de baja calidad, produciendo un sinnúmero de enfermedades afectando a los adultos y niños (Ministerio de Salud [MINSA], 2012).

2.2.2. Calidad de agua

Su calidad es de importancia mundial si se enlaza con la utilidad de dicho recurso. Es decir, que un agua bien limpia que permite la vida acuática, no puede ser apta en la práctica de natación y el agua que aprovecha las personas para el consumo puede resultar no adecuada para la aplicación en la industria (Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas [INEN], 1998).

2.2.3. Calidad de agua para consumo humano

El agua que cumpla con las características para su consumo es un factor preciso para las condiciones de vida en las comunidades, su característica puede beneficiar tanto para la prevención y la transferencia de patógenos que ocasionan enfermedades afirmó Briñez, Guarnizo y Arias (2012).

El agua un bien esencial que constituye un derecho humano, para el mantenimiento de la vida. Por ello es indispensable que se proteja su calidad y disponibilidad para la conservación de los ecosistemas y comunidades humanas (Larraín, 2006).

2.2.4. Parámetros microbiológicos

2.2.4.1. *Bacterias coliformes indicadores de la calidad del agua.*

Los parámetros microbiológicos del recurso agua apto para el consumo humano en gran magnitud, el seguimiento de los indicadores microbiológicos tales como los *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes y coliformes totales deben tener la más alta preferencia (Quispe, 2017).

Coliformes totales.

Son microorganismos gram negativo, tienen forma de bacilos, que logran desarrollarse en agentes tensos activos o sales biliares. Descomponen lactosa con elaboración de gas y ácido en 24 - 48 horas. Principalmente constituidos por los géneros habituales: *Klebsiella*, *Entrorobacter* y *Escherichia* (Quispe, 2017).

Coliformes fecales.

Los coliformes fecales y coliformes totales presentan similitudes en lo que se representa a la capacidad de fermentar morfología, lactosa, ser anaerobios y aerobios (Allaert y Escolá, 2002) citado por (Quispe, 2017). Como también difieren en la

resistencia de aguantar calenturas, los coliformes fecales logran descomponer lactosa con elaboración de ácido y gas en fases de incubación de 24 - 48 horas a temperatura de 44.50 °C (Ramos, 2011) citado por (Quispe, 2017).

Escherichia coli.

Es un microorganismo que tiene forma bastón de 1.5 por 4μ, la mayor cantidad de especies son movedizas, su siembra para una ligera identificación de las cepas lactosa positivas se ejecuta en medios diferenciales para el aislamiento (Allaert y Escolá, 2002).

Coliformes Termotolerantes

Se encuentra exclusivamente en animales de sangre caliente; tienen un origen fecal, en grandes cantidades se encuentran presentes.

Los coliformes termotolerantes tienen las siguientes particularidades (aptos de descomponer lactosa a 44.5°C). Son formados por *Escherichia coli*, *Enterobacter* y *Klebsiella*.

2.2.5. Parámetros adicionales

Temperatura

La temperatura es una de las constantes físicas que tienen una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el seno del agua. Por ejemplo, en la solubilidad de los gases (entre los que es fundamental la solubilidad del oxígeno) y de las sales, así como en las reacciones biológicas, las cuales tienen una temperatura óptima para poder realizarse (Zamora, 2009).

PH

PH es la medida de la concentración de iones de hidrógeno o la acidez del agua (Sigler & Bauder, 2017).

Conductividad

La conductividad es la habilidad de una solución para conducir electricidad. Pequeñas partículas cargadas eléctricamente, llamadas iones, pueden llevar una corriente eléctrica a través de soluciones de agua. Estos iones provienen principalmente de los ácidos y sales de la solución de fuente. Entre más concentrado de solución de fuente sea añadido al agua, el número de iones se incrementa, junto con la conductividad (Zamora, 2009).

Turbidez

La turbidez es la falta de transparencia cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parece y el valor de turbidez es más alto. Para el desarrollo de las plantas y animales acuáticos, es mejor que el agua sea lo más transparente posible, aunque un agua turbia no significa necesariamente que esté contaminada, ya que la turbidez puede estar ocasionada por fenómenos naturales (arcillas o limos) procedentes de la erosión de los terrenos de alrededor o bien la descomposición de la vegetación de la ribera.

Sólidos totales disueltos

TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. TDS es clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) (Sigler & Bauder, 2017).

2.2.6. Agua potable

Agua potable es utilizada en la higiene personal y los fines domésticos, así como para cocinar y tomar, gracias a una fase de potabilización, no representa ningún peligro para la salud (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

2.2.6.1. Características microbianas del agua potable para el consumo humano.

a) Normas de calidad de agua potable en el Perú Límites máximos permisibles de características microbiológicas en agua potable.

MINAM, (2015) los análisis de las muestras de agua destinadas para consumo humano, debe ajustarse a lo señalado (Tabla 1)

Tabla 1
Límites máximos permisibles

PARÁMETROS	UNID	Aguas superficiales predestinadas a la obtención de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas potabilizadas con desinfección	Aguas potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas potabilizadas con tratamiento avanzado
PARASITOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales (35 a 37°C)	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes termotolerantes(44,5 °C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas parasitarias	Nº Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (protozoarios, copépodos, algas, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos.	Nº Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

** : No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

La aplicación y diseño de todos los instrumentos ambientales (ECAS) son obligatorios para agua donde los titulares de la acción productiva, servicios y de extractiva deben

controlar, prevenir o mitigar los impactos donde sus operaciones generan en el área de influencia altas concentraciones de los parámetros aplicables al agua (MINAM, 2015).

2.2.6.2. Normas de calidad de agua.

La calidad de agua potable sigue ciertos protocolos tales como se presenta en la tabla 2 (DIGESA, 2011).

Tabla 2.

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos.

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LMP
Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL (35 °C)	0 *
E. Coli	UFC/100 mL (44,5 °C)	0 *
Bacterias Fecales o coliformes termotolerantes.	UFC/100 mL (44,5 °C)	0*

FUENTE: DS N° 031-2011-SA

2.2.7. Contaminación del agua.

La alta contaminación del agua es un impacto muy significativo y riesgoso por lo que los que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades son las personas que son transmitidos por el agua específicamente en los infantes, los chiquillos menores de edad, los ancianos y las personas débiles o que están en situaciones antihigiénicas (OMS, 2019).

2.2.7.1. Fuentes de contaminación

- **Fuentes naturales.** - Cuando el agua pasa por terrenos produciendo un lavado trayendo consigo sales minerales, calcio, magnesio, hierro; del contacto del suelo y la atmosfera.

- **Nutrientes vegetales inorgánicos.** - Dentro de ellos tenemos los fosfatos, nitratos son sustancias solubles dentro del agua que los vegetales requieren en su progreso, estos nutrientes vegetales al encontrarse en muchas cantidades provocan el desarrollo de las algas y otros microorganismos provocando eutrofización dentro los cuerpos hídricos haciendo difícil la existencia de individuos vivos.
- **Microorganismos patógenos.** - Son microorganismos tales como bacterias, virus, microorganismos y protozoos que transfieren malestares como el gastroenteritis, hepatitis, cólera; siendo la principal causa de muerte.

2.3. Marco conceptual

- **Agua natural.** – Recursos hídrico presente dentro la naturaleza (González, 2012).
- **Agua para consumo humano.**- Es agua que se consume, preparar alimentos, ingerir sin restricciones y sin contaminación alguna
- **Calidad del agua.**- Esta referido a las características fisicoquímicas y microbiológicas siendo el factor que incurre directamente sobre el bienestar de los hábitats de los seres humanos.
- **Calidad microbiológica.**- La calidad microbiológica hace referencia a la presencia de microorganismos nocivos y no nocivos presentes en el agua que puede afectar a muchos seres vivos.
- **Características bacteriológicas.** - Son aquellas características relativas a la presencia de bacterias nocivas para los seres humanos (González, 2012).
- **Coliformes fecales.** – Los coliformes fecales son microorganismos presentes principalmente en sangre caliente de los animales.
- **Coliformes Termotolerantes.** –Descomponen lactosa a temperaturas de 44 - 45°C. Los géneros que predominan son la *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Escherichia* y *Enterobacter*.

- **Coliformes.** – Los coliformes se encuentran dentro del intestino de los animales y personas también son distribuidos por el suelo, semillas y los vegetales; indicando la contaminación del agua y los alimentos.
- **Conductividad.**- Concentración de sales disueltas en el agua, al contener mayor concentración, mayor conductividad tendría.
- **Contaminación microbiológica.** – “Alteración de las características biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua” (González, 2012).
- ***Escherichia coli.*** – Es un indicador de calidad microbiológica que se encuentra en las heces de animales.
- **Parámetros microbiológicos.** – indicando que es más conocido como el "gran enemigo" al grupo de los coliformes en su conjunto y la bacteria *Escherichia coli* (Payeras, 2011)
- **PH.**- Indica el contenido de hidrogeno siendo alcalino o acido el agua, a escala de (1-6) acido, 7 neutro y (8-14) alcalino.
- **Solidos disueltos suspendidos.**- Concentración de materiales sólidos en solución ente no ionizante o ionizante, no pueden ser separados por un medio físico.
- **Temperatura.**- Es un propiedad que permite evaluar que tan caliente o frio este un cuerpo o un material.
- **Turbidez.**- Es indispensable en el agua de consumo humano indicando si es agua turbia (partículas en suspensión, contaminación microbiológica, compuestos orgánicos, sólidos dispersos, pesticidas) o agua clara.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La zona de investigación está ubicada en la comunidad de Colpa Tuapampa, distrito de Chota, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, Perú. La captación “el Cuan” se encuentra ubicada entre los paralelos $6^{\circ}30'39.2117''$ de latitud sur y los meridianos $78^{\circ}36'17.3278''$ de longitud oeste de Greenwich, a 3119 m.s.n.m. “La chorrera” ubicada entre los paralelos $6^{\circ}30'50.1181''$ de latitud sur y los meridianos $78^{\circ}36'33.0636''$ de longitud oeste de Greenwich, a 3051 m.s.n.m. “El Lanche” ubicada entre los paralelos $6^{\circ}30'50.1847''$ de latitud sur y los meridianos $78^{\circ}36'34.8952''$ de longitud oeste de Greenwich, a 3020 m.s.n.m. ver figura 1.

Figura 1:
Ubicación geográfica de la zona de estudio.

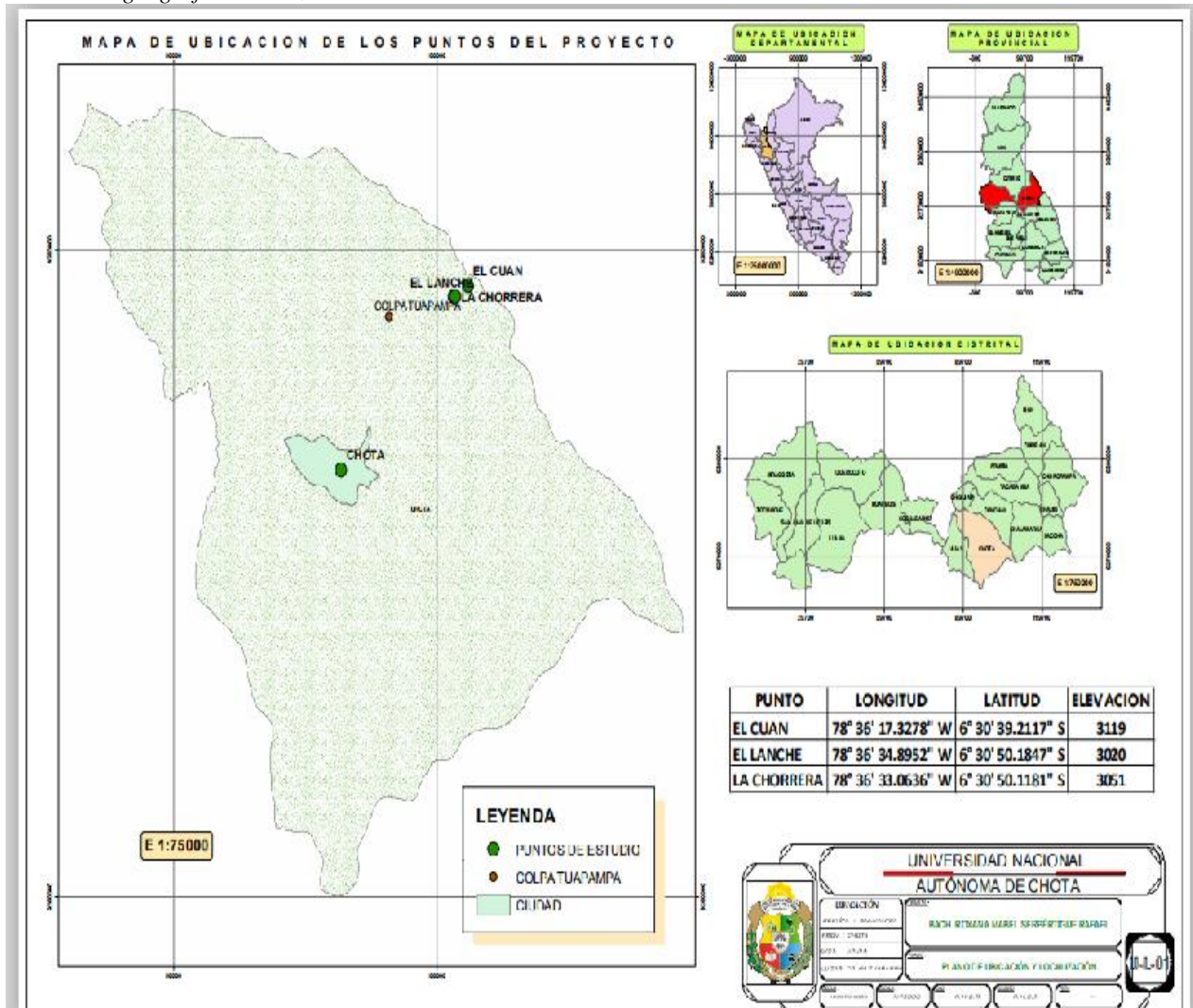


Figura 2.
Ubicación de los cuerpos de agua estudiados en la comunidad de Colpa Tuapampa, provincia de Chota



Fuente: (Google Earth)

- **Norte:** El sector Los Lanches.
- **Sur:** El sector Gavilán.
- **Oeste:** La comunidad de Chulit.
- **Este:** Comunidad de Colpa Tuapampa.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Las captaciones de agua natural para consumo humano que abastece a las familias de la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota, Cajamarca, Perú.

3.2.2. Muestra.

El agua natural de las 3 captaciones: el Cuan, el Lanche, la Chorrera. Por un periodo de 4 meses, se analizó la concentración de bacterias coliformes totales, termo-tolerantes, bacterias de *Escherichia coli* y otros parámetros.

“Para la toma de muestra se siguió las indicaciones establecidos en el protocolo para toma de muestra de agua del laboratorio de la DESA Chota, la guía de monitoreo de agua y los lineamientos del D.S N° 031-2010 - SA del reglamento de agua para consumo humano”.

3.3. Equipos, materiales e insumos

Para la toma de datos se registrará en fichas de registro para recolectar la muestra del agua se tuvo en cuenta lo siguiente:

- GPS
- Equipos de protección personal (guantes, mascarilla, guardapolvo, casco y lentes)
- Coolers
- Frascos de muestreos de vidrio de 250 ml esterilizados
- Etiquetas
- Multiparámetro
- Lapiceros
- Hojas A4
- Cuaderno de campo
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Vehículo de transporte

Materiales

- Probetas
- Fiola de 50 ml
- Vasos de 50 ml
- Pipetas volumétricas de 10 m
- Probeta de 50 ml
- Guantes
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Mechero vaso de precipitación

Insumos

- Alcohol 90°
- Agua destilada (H₂O)
- Filtro de membrana
- Agar
- Etc.

3.4. Metodología de la investigación

3.4.1 Tipo y diseño de la investigación

El diseño del presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo- longitudinal, “ya que busca describir la calidad microbiológica que presenta las aguas”, de la comunidad de Colpa Tuapampa y a su vez analizar la relación que muestran dichos resultados; es decir según el planteamiento metodológico está diseñado bajo el enfoque cuantitativo; el enfoque cuantitativo según la profundidad del tema es descriptiva

utiliza el análisis de datos y la recolección para responder preguntas de investigación y la hipótesis establecida previamente ser probada (Arias, 2012).

3.4.2 Diseño de estudio

No experimental. En un estudio no experimental u observacional no se intenta intervenir, ni alterar la variable de interés (Araujo y Benito, 2017).

Longitudinal. Es un estudio observacional donde se recopilaron datos de los 3 puntos de muestreo por un periodo de 4 meses.

3.4.3 Procedimiento de recolección de datos

Primera fase

Descripción de los procesos seguidos:

- Se Coordinó con el laboratorio de la DESA Chota para el análisis de las muestras de agua.
- Se coordinó con el comité de ronda de Colpa Tuapampa, para recolectar las muestras de agua; en las 3 captaciones de agua.
- Se contrató la movilidad.
- Se visitó a las 3 captaciones, identificó lo puntos de muestreo en la comunidad de Colpa Tuapampa.

Segunda fase

Procesos seguidos en campo

- Se cogió la movilidad contratada a la 4 a.m. hasta la comunidad donde se encuentran las 3 captaciones.
- Se recolectó las muestras de agua a una profundidad de 15- 20 cm de profundidad en envases de vidrio, estériles y rotulados donde contemplaba el

lugar, hora de muestreo, la fecha de muestreo, altitud, nombre del responsable y código de la muestra siguiendo los lineamientos del D.S N° 031-2010 - SA.

- Las muestras de las 3 captaciones se recolectaron desde las 7 a.m. hasta las 9 a.m. aproximadamente.
- Al finalizar, las muestras se transportaron hasta del laboratorio de la DESA Chota.

Segunda fase

Procesos seguidos en laboratorio

- Para las coliformes totales, en una placa Petri se colocó una almohadilla, en la almohadilla se coloca 2 ml de cultivo M- Endo Broth de color rosado, luego en el equipo de filtración, se lava el vaso con agua destilada, se coloca el filtro de membrana en el vaso y se agrega allí 50 ml de la muestra de agua una vez pasada el agua se saca el filtro y se coloca en la placa Petri que contiene el medio M- Endo Broth se enumeró la placa y luego se coloca a la incubadora a 37 °C por un tiempo de 24+-2 horas luego de las 24 horas se hace el conteo de las colonias.
- Coliformes fecales (*Escherichia coli.*) y termotolerantes se prepara con anterioridad se coloca el medio de cultivo M-SC Agar Base en un matraz se agregó ácido rosólico y agua destilada hasta completar lo indicado, se calienta hasta que sale burbujas. Se colocó M-SC Agar Base de color azul en las placas; se tiene las placas así congelado como gelatina y luego se realiza el proceso en el vaso de filtración en una membrana de filtración se colocó los 50 ml de agua de consumo humano se deja filtrar, ese filtro se saca y se coloca en la placa Petri que contiene el medio M-SC Agar Base finalmente se coloca a la

incubadora por 44.5 c por un tiempo de 24+- 2 horas después de ese tiempo se realizó el conteo de las colonias.

- Al momento de realizar el conteo de las colonias se multiplican por 2 ejemplos si las coliformes fecales se encuentra 2 multiplicado seria 4. Las coliformes totales las colonias no se puede contar están llenas ya se coloca un número mayor a 200 porque se divide en cuadrantes la placa y se cuenta multiplicando se por 2 y se coloca que hay mayor a 200 y también se cuentan las colonias de color brillantes y rosadas las blanquecinas indica que la muestra se contaminó.
- Para medir la turbiedad se colocó el agua de la muestra dentro del envase del turbidímetro se deja estabilizar 5-10 segundos hasta que dé el resultado.
- Para la conductividad en un vaso de precipitación se colocó la muestra de agua de 50 ml, se introdujo el equipo conductímetro y se dejó estabilizar 10 -15 segundos para su lectura.
- Para los sólidos disueltos totales se dividió entre 2 la conductividad.
- El pH y la temperatura se midió en vaso de 50 ml con el instrumento de pHmetro al igual que la conductividad.
- Se anotó, interpretó y se presentó los resultados obtenidos en el análisis del laboratorio.

3.4.4 Muestras de agua

Las muestras fueron recolectadas siguiendo el protocolo para toma de muestras de agua del laboratorio de la DESA Chota y en Laboratorio Regional del Agua, Gobierno Regional de Cajamarca.

Dichas muestras fueron recolectadas en frascos de vidrio de 250 ml en la mañana a 18.5 °C-22.2 °C de temperatura, posteriormente se llenó la etiqueta de cada frasco para

los parámetros microbiológicos y físicos, para ser llevado hacia los laboratorios indicados anteriormente.

1.2.3.1.Puntos de muestreo

Los siguientes puntos de muestreo son: el primer punto se realizó en el Cuan, con latitud $6^{\circ}30'39.2117''S$ y longitud $78^{\circ}36'17.3278''O$ a 3074 m.s.n.m.; el segundo punto de muestreo se realizó en el Lanche, en una latitud $6^{\circ}30'50.1847''S$ y longitud $78^{\circ}36'34.8952''O$ y el tercer punto de muestreo se tomó en la Chorrera, en una latitud $6^{\circ}30'50.1181''S$ y una longitud de $78^{\circ}36'33.0636''O$.

1.2.3.2.Frecuencia de muestreo

El análisis se realizó en un periodo de 4 meses (para una mayor representatividad de los datos).

1.2.3.3.Toma de muestra de agua para consumo humano.

Teniendo ya identificado cada captación de agua natural para evaluar se procedió a recolectar la muestra siguiendo los lineamientos determinados en el protocolo para toma de muestra de agua del laboratorio de la DESA Chota, la guía de monitoreo de agua y los lineamientos del reglamento de agua para consumo humano D.S N° 031-2010 - SA.

La toma de muestra en cada punto de muestreo se desarrolló a 15- 20 cm de profundidad. Los frascos fueron de material de vidrio, sin someterse al enjuague y debidamente esterilizados, se tomó directamente dejando un espacio para aireación (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2007). Se realizó aproximadamente a las 7- 9 a.m., posteriormente se trasladó a la DESA - CHOTA.

3.4.5 Cálculo de la calidad del agua en función de parámetros

Se determinó si existe alteración de las características del agua relacionado a los parámetros, se llevó a cabo la recolección de la muestra, un análisis en el laboratorio, se calculó la concentración de los diferentes parámetros y los resultados obtenidos se llenó en una tabla Excel de los cuatro meses de muestreo, finalmente se comparó con los lineamiento establecidos en la normatividad vigente para agua (Fajardo, 2018).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación. “En la investigación se realizó la técnica de la observación que consiste en captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, situación o fenómeno que se genera en la naturaleza o en la sociedad, en función a los objetivos preestablecidos de la investigación” (Araujo y Benito, 2017).

3.5.2. Instrumentos

Guía de observación: “Es un documento que permite estructurar a través de columnas que favorecen la organización de los datos recolectados sobre el número de unidades formadoras de colonias” (Araujo y Benito, 2017).

3.5.3. Metodología de revisión y colección de información

Se revisaron artículos científicos publicados en revistas especializadas, obteniendo información primaria y secundaria; dicha información fue descargada en el Google Académico, Dialnet, Scielo también consultas en diferentes bibliotecas.

3.5.4. Métodos para el análisis de datos de la información obtenida

Para evaluar la calidad microbiológica del agua natural, comparando con los LMP. El método de ensayo para el pH ha sido el método electrométrico, para la conductividad

el método de laboratorio, para sólidos totales disueltos se utilizó el método gravimétrico, para la turbidez el método nefelómetro y para los microbiológicos el Standard Method.

Tony arce saabedra

3.5.5. Filtración por membrana

Es un método preferido y común para evaluar microorganismos dentro del agua. La técnica consistió en pasar a través de una membrana la muestra de agua (0,45µ tamaño de poro y 47mm de diámetro) luego se transfiere el filtro con las bacterias atrapadas a una superficie sólida con agar o a un soporte absorbente sin agar. Tras la incubación a 36°C por 24 -48 h se realiza el conteo de las colonias.

3.6. Análisis estadístico

Se aplicó el análisis de regresión lineal y cuadrática con el programa Sisvar 5.6, para comprobar si hay variación en el tiempo durante los 4 meses de monitoreo entre el recuento de *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes y coliformes totales; así mismo, se analizaron los parámetros: temperatura, PH, SDT, conductividad y turbiedad en las 3 captaciones de agua natural.

Se calculó si los resultados obtenidos son significativo (*) o no significativos (ns) en relación con el tiempo en el programa Sisvar 5.6, de los parámetros (coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y coliformes totales) y también de la temperatura, pH, SDT, conductividad y turbiedad (Fajardo, 2018). El microsof Excel se utilizó para calcular los valores en promedio de los 4 meses de evaluación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

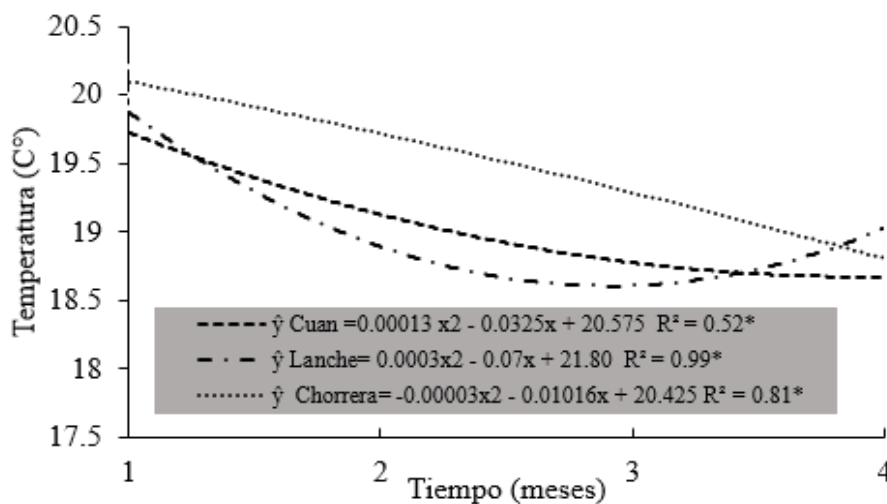
Los resultados de las muestras analizadas en la comunidad de Colpa Tuapampa durante los cuatro meses de evaluación en tres puntos de muestreo (el Cuan, la Chorrera y el Lanche), fueron comparados según el D.S.N°004-2017-MINAM donde Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias para aguas de categoría I, destinadas al consumo humano y Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

4.1.Resultados de análisis microbiológico y otros parámetros de las muestras de agua para el consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa 2020.

4.1.1 Temperatura

En la Figura 3, se observa el comportamiento de la temperatura (°C) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses). De esta manera, se verificó que la temperatura (°C) en las zonas Cuan, Lanche y Chorrera adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, se observa que los valores de la temperatura (°C) en la zona de Lanche fueron más superiores a los 4 meses, obteniendo un valor medio de 18.9 °C. En la zona de Cuan los valores fueron menores alcanzando en media 18.5 °C de temperatura.

Figura 3
Temperatura (°C) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en la comunidad de Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (meses).



Fuente: elaboración propia

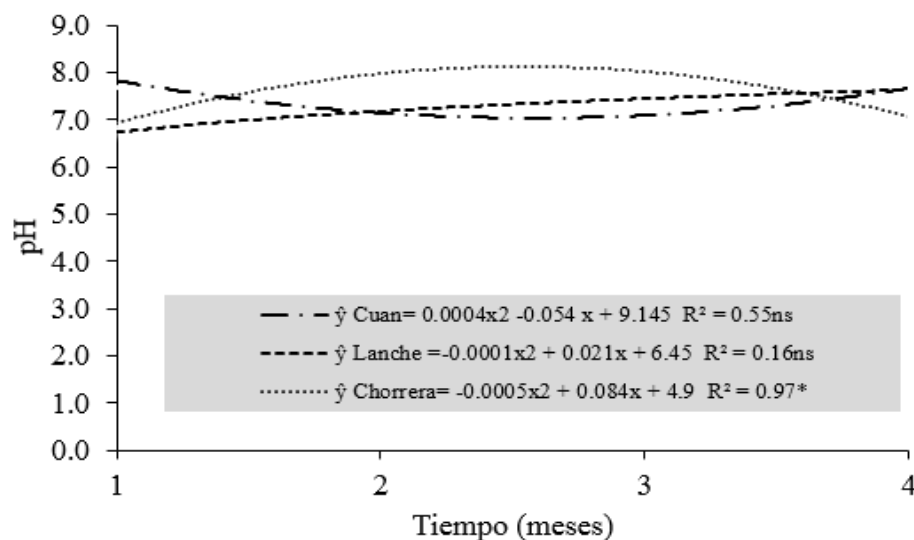
La variación de la temperatura está relacionada con las precipitaciones anuales durante los cuatro meses de muestreo desde una precipitación anual de 89mm/mes hasta 29 mm/mes (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2020) variando en el tiempo. Diferentes estudios realizados la mayor presencia de microorganismos dentro del agua, específicamente se encuentran en temperaturas de las 7.00 a.m. y 7.00 p.m., es decir en temperaturas bajas. Los datos promedios de 4 meses servirán para posteriores investigaciones.

4.1.2 pH

En la Figura 4, se observa el comportamiento del pH en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses). De esta manera, fue verificado que el pH en las zonas Cuan, Lanche y Chorrera adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, se observa los valores del pH en la zona de Cuan fueron

más superiores a los 4 meses, obteniendo un valor medio de 7.8, en la zona de Chorrera los valores fueron menores alcanzando en media 7.1 de pH.

Figura 4
pH en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en la comunidad de Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (meses).]



Fuente: Elaboración propia

La determinación de pH es un factor muy sustancial, el rango de pH óptico recomendable es de 6, 5, luego de analizar el pH se puede identificar si presenta niveles de toxicidad o presenta carencia de nutrientes (Pérez, 2016). El alto contenido de hidrógenos nos representa que estamos en un pH ácido, por el contrario si contamos con bajo contenido de hidrógenos estamos en un pH alcalino (Carbotecnia, 2020); la escala de pH se extiende de 0- 6 (ácido), 7 obteniendo la neutralidad y 8- 14 (alcalino) (Calvo & Mora, 2007).

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) al pH lo clasifica como un contaminante secundario, con valores normales de 6.5 - 8.5, algo sorprendente pasa en las bebidas con gas que se encuentran fuera del rango sugerido y que no afecta directamente a la salud; por el contrario si contamos con agua de bajo de 6,5 de pH puede

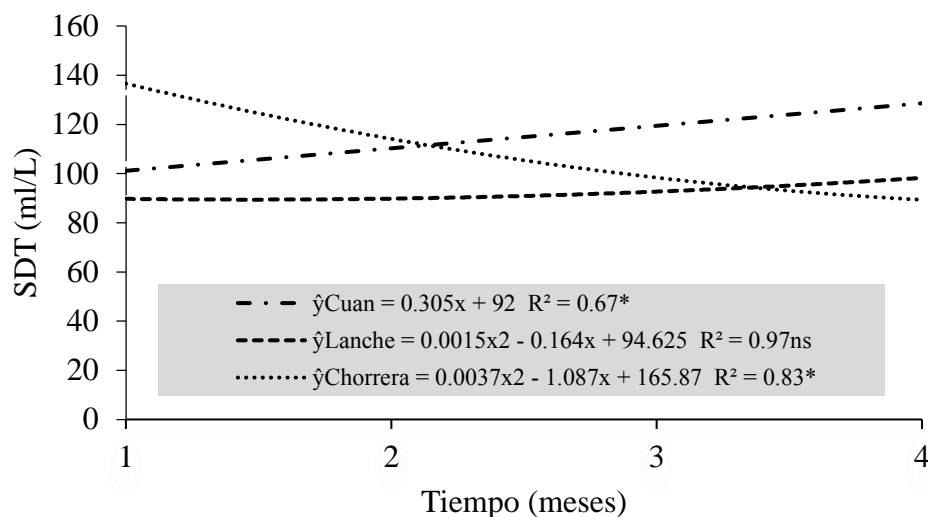
indicar que se movilizan metales pesados siendo agua corrosiva; ahora si encontramos agua con valores por debajo de 6,5 se debe realizar un análisis de metales (plomo y cobre principalmente) y un análisis de corrosión (Sigler y Bauder, 2017).

Para prevenir la formación de incrustaciones se debe proporcionar un carácter incrustante en forma de película que aísla hacia la paredes; ahora para lograr eso se debe basar en el valor del índice de Ryznar o también controlando los valores de pH para así asegurar la protección de la tubería (De Sousa, Correia y Colmenares, 2010).

4.1.3 Sólidos disueltos totales

En la Figura 5, se observa el comportamiento del contenido de sólidos disueltos totales (SDT) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses). De esta manera, fue verificado que el contenido de SDT en las zonas Cuan y Lanche adoptaron un modelo lineal en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, se observa que los valores de SDT en la zona de Cuan fueron más superiores a los 4 meses, obteniendo un valor medio de 125 ml/l, en la zona de Lanche los valores fueron menores alcanzando en media 98 ml/l de SDT.

Figura 3
 Contenido de sólidos totales suspendidos (SDT) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (días).



Fuente: Elaboración propia

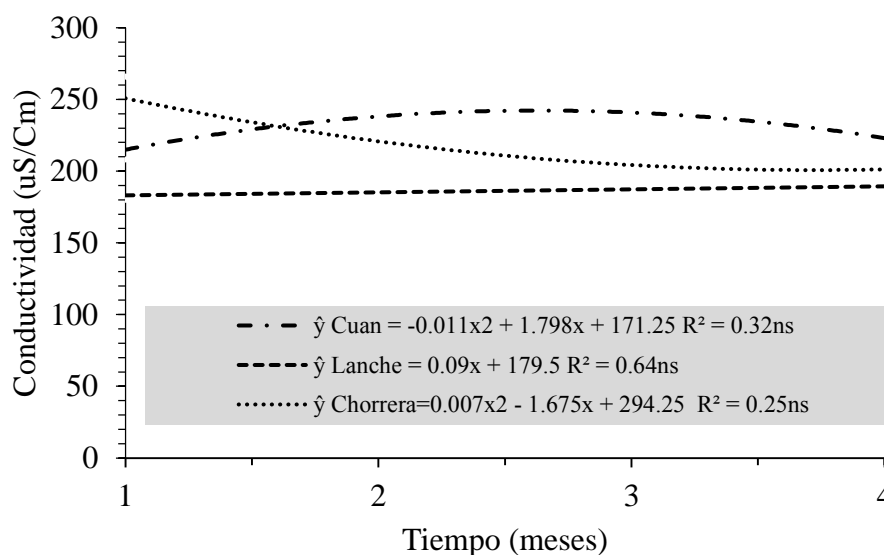
Las partículas más pequeñas, incluyendo especies con cargas iónicas, se refieren como sólidos disueltos presentes en el agua. El contaminante más común del planeta es la tierra en forma de SDT (whitman colleague, 2020)

4.1.4. Conductividad eléctrica

En la Figura 6, se observa el comportamiento de la conductividad eléctrica (uS/Cm) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses). De esta manera, se verificó que la conductividad eléctrica (Us/Cm) en las zonas Lanche adoptando un modelo lineal en función del tiempo de evaluación y la conductividad eléctrica (uS/Cm). En las zonas de Cuan y Chorrera, adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación; por otro lado, se observa la conductividad eléctrica en la zona de colecta el Cuan fueron más superiores a los 4 meses, obteniendo un valor medio de 230 uS/Cm, en la

zona de Chorrera los valores fueron menores alcanzando en media 186 uS/Cm de conductividad eléctrica.

Figura 4
Conductividad eléctrica (uS/Cm) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (días).



Fuente: Elaboración propia

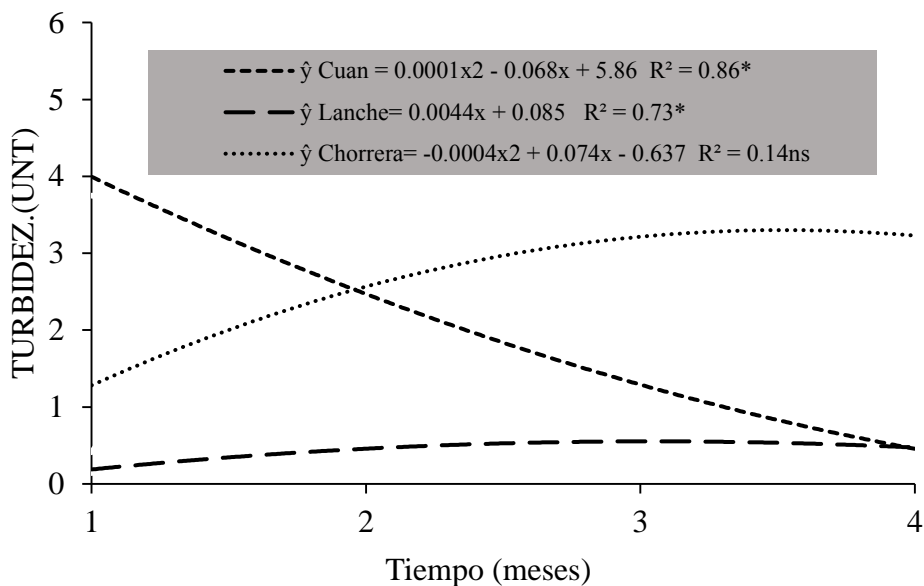
La conductividad eléctrica está relacionada con la presencia de electrolitos diluidos (Pérez, 2016), el agua potable debido a la presencia de electrolitos presenta conductividad eléctrica a diferencia del agua pura que no contiene electrolíticos diluidos (Cabrerizo, 2008) citado por (Pérez, 2016).

4.1.5 Turbidez

En la Figura 7, se observa la turbidez (UNT) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses). De esta manera, se verificó que la turbidez (UNT) en las zonas Lanche adoptó un modelo lineal en función del tiempo de evaluación y la turbidez (UNT) en las zonas de Cuan y Chorrera adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, se observa que los valores de la turbidez (UNT) en

la zona de Chorrera, fueron más superiores a los 4 meses obteniendo un valor medio de 4.1 (UNT), en la zona de Lanche los valores fueron menores alcanzando en media 0.52 (UNT) de turbidez.

Figura 5
Turbidez (UNT) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (días).



Fuente: Elaboración propia

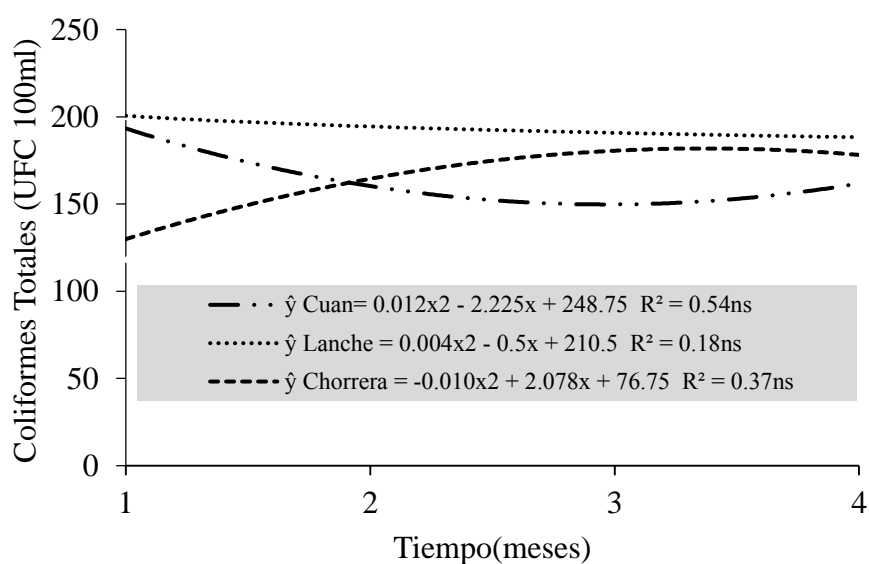
La turbidez es producida por materiales en suspensión como organismos planctónicos, limo, materia inorgánica y orgánica, arcilla y demás microorganismos. Incide directamente en el flujo de energía y la productividad dentro del entorno (Corporación Autónoma Regional del Tolima [Cortolima], s.f). La turbidez presenta valores significativos en el local de colecta El Cuan y El Lanche y no significativo en La Chorrera por que permanece y no varía con relación al tiempo.

4.1.6. Coliformes totales

En la Figura 8, se observa el comportamiento de los coliformes totales (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses).

De esta manera, fue verificado que los coliformes totales (UFC 100ml) en las zonas Cuan, Lanche y Chorrera adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, se observa que los valores de los coliformes totales (UFC 100ml) en la zonas de Chorrera y Lanche fueron superiores a los 2 meses, obteniendo un valor medio de 200 (UFC), en la zona de Cuan los valores fueron menores alcanzando en media 140 (UFC) de coliformes totales.

Figura 6
Coliformes totales (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (días).



Fuente: Elaboración propia

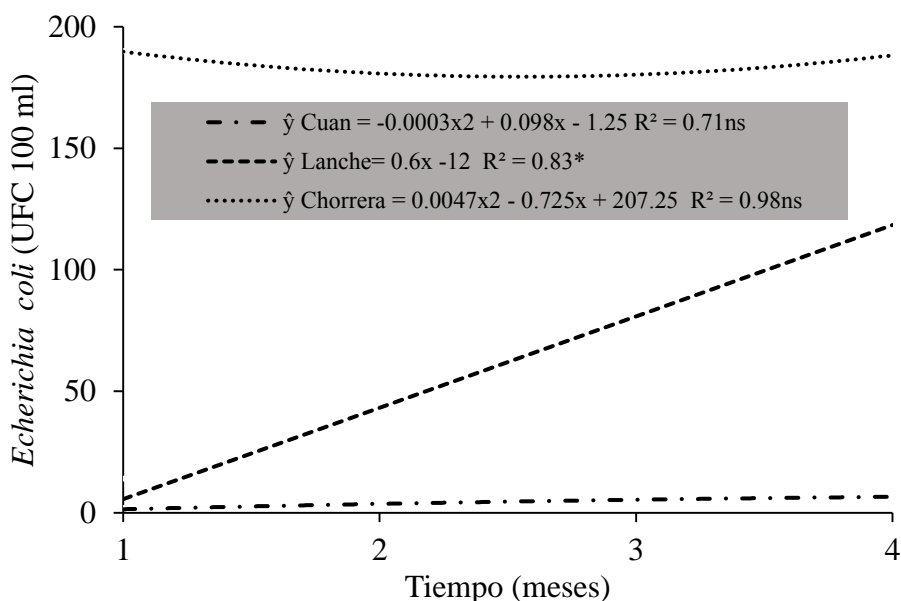
La detección de coliformes totales indica una mala calidad del agua (Arriaza, Waight, Contreras, Ruano, López, & Ortiz, 2015). Las altas concentraciones de coliformes que se muestran se deben, en gran medida en época de altas precipitaciones a las descargas de

esorrentía superficial (Ortega, Vidal, Vilaridy & Saavedra, (2008). Los coliformes totales presentan valores no significativos en los lugares de colecta El Cuan, La Chorrera y El Lanche respectivamente durante los cuatros meses de evaluación.

4.1.7. *Escherichia coli*

En la Figura 9, se observa el comportamiento de las bacterias *Escherichia coli* (UFC 100 ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses); de esta manera, fue verificado que las bacterias *Escherichia coli* (UFC 100 ml) en la zona Lanche adoptó un modelo lineal en función del tiempo de evaluación y las bacterias *Escherichia coli* (UFC 100 ml) en las zonas de Cuan y Chorrera adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, observamos los valores de las bacterias *Escherichia coli* (UFC 100 ml) en la zona de colecta la Chorrera fueron superiores a los 4 meses, obteniendo un valor medio de 188 (UFC 100 ml), en la zona de Cuan los valores fueron menores alcanzando en media 6 (UFC 100 ml) de bacterias *Escherichia coli*.

Figura 7
Escherichia coli (UFC 100 ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (meses).



Fuente: Elaboración propia

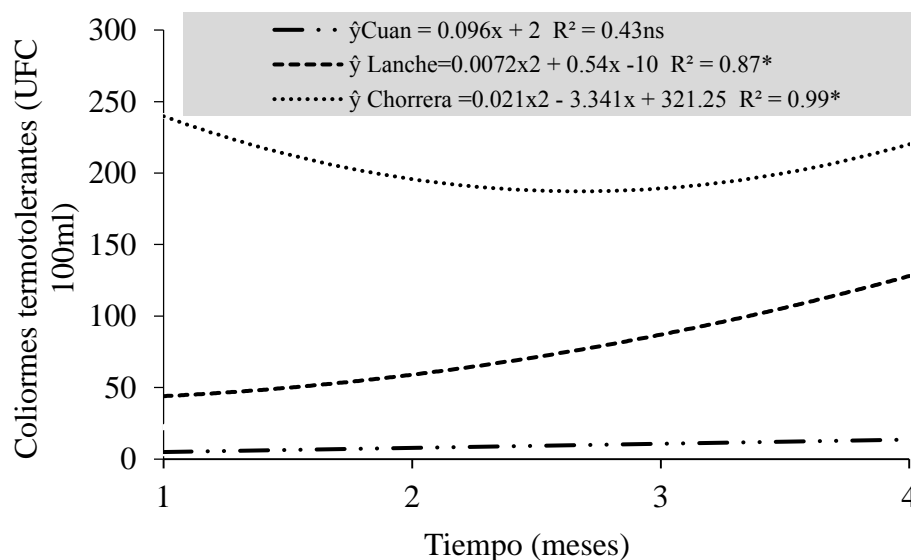
La contaminación microbiológica de los acuíferos lo más probable que la presencia de asentamientos humanos, drenajes adecuados y carecen de servicios sanitarios, esté influyendo en el deterioro de las características del agua (Ramírez, Robles, Sainz, Ayala & Campoy, 2009). Cuando se detecta coliformes fecales en cualquier fuente de agua, se considera a la especie bacteriana *Escherichia coli* que indica contaminación fecal, puesto que se encuentra en grandes cantidades en las heces animales y humanas (Fernández, 2017).

La mayoría de los coliformes que se hallan en el medio ambiente, existen muchos de vida libre y son de origen fecal (Arriaza, Waight, Contreras, Ruano, López, & Ortiz, 2015). La contaminación microbiológica específicamente de origen fecal dentro del agua, está siendo un riesgo letal en la salud de las personas esto provoca que los microorganismos ingresa al organismo provocando un sin número de enfermedades (Ortega, Vidal, Vilardy & Saavedra, (2008).

4.1.8. Coliformes Termotolerantes

En la Figura 10, se observa el comportamiento de las bacterias coliformes termotolerantes (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta en función del tiempo (meses). De esta manera, se verificó que las bacterias coliformes termotolerantes (UFC 100ml) en la zona Cuan adoptaron un modelo lineal en función del tiempo de evaluación; así mismo, las bacterias coliformes termotolerantes (UFC 100ml) en las zonas de Lanche y Chorrera adoptaron un modelo cuadrático en función del tiempo de evaluación. Por otro lado, se observa los valores de las bacterias coliformes termotolerantes (UFC 100ml) en la zona de Chorrera fueron más superiores a los 4 meses, obteniendo un valor medio de 220 (UFC 100 ml), en la zona de Cuan los valores fueron menores alcanzando en media 10 (UFC 100 ml) de bacterias coliformes termotolerantes.

Figura 8
Coliformes termotolerantes (UFC 100ml) en muestras de agua de diferentes zonas de colecta Colpa Tuapampa en función del tiempo transcurrido (días).



Fuente: Elaboración propia

La presencia de iones cloruro y minerales depende del tipo de suelo por donde pasa el río, naciente, etc.; por lo tanto, es de suma importancia para asegurar la buena calidad del agua se tiene que regular las concentraciones de estos elementos (Pérez, 2016). Las bacterias del grupo coliforme presentes en el intestino de humanos y que da como producto ácido y gas a $(44 \pm 0,2)$ °C en 24 horas de incubación. Incluye a *Escherichia* y las especies de los géneros de *Citrobacter*; *Klebsiella*, *Enterobacter*, estas últimas tienen una función secundaria como indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua (Pullés, 2014).

4.2. Evaluación Según las normas de calidad del agua

Un total de 36 muestras agua, fueron recolectadas de la comunidad de Colpa Tuapampa, distrito de Chota, provincia de Chota, departamento de Cajamarca Se tomaron 3 puntos de muestreo representativos (La Chorrera, El Cuan y El Lanche) que fueron determinados de acuerdo al (LMP) del Decreto Supremo N° 031-2010-DIGESA; y los (ECA).

En la tabla 4, se observa en promedio la temperatura de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA). Lo cual se muestra que existe mucha contaminación microbiológica debido a que la población se dedica a la crianza de porcinos, ganado, ovinos y caprinos.

Tabla 4

Comparación de los coliformes termotolerantes (UFC/100 mL), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

Puntos de muestreo	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)	LMP 0 (*)
	\bar{x}	UFC/100 mL
Cuan	9.25	supera
Lanche	79.5	supera
Chorrera	211.25	supera

Fuente: Elaboración propia

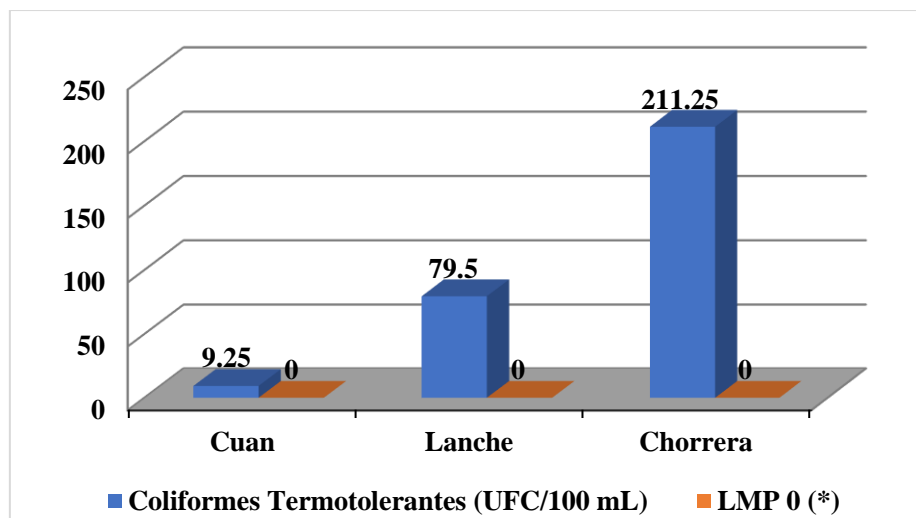


Figura 9. Bacterias coliformes termotolerantes (UFC/100 ml), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 5, se observa en promedio la concentración de *Escherichia coli* (UFC/100mL) de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA). Existe contaminación muy alta en el lugar de colecta la Chorrera, debido a que la población acumula su excremento en un hoyo dentro del suelo contaminando el agua subterránea.

Tabla 5

Comparación de Escherichia coli (UFC/100 mL), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

Puntos de muestreo	Escherichia coli (UFC/100 mL)	LMP 0 (*)
	\bar{x}	UFC/100 mL
Cuan	4.25	supera
Lanche	62.00	supera
Chorrera	184.75	supera

Fuente: Elaboración propia

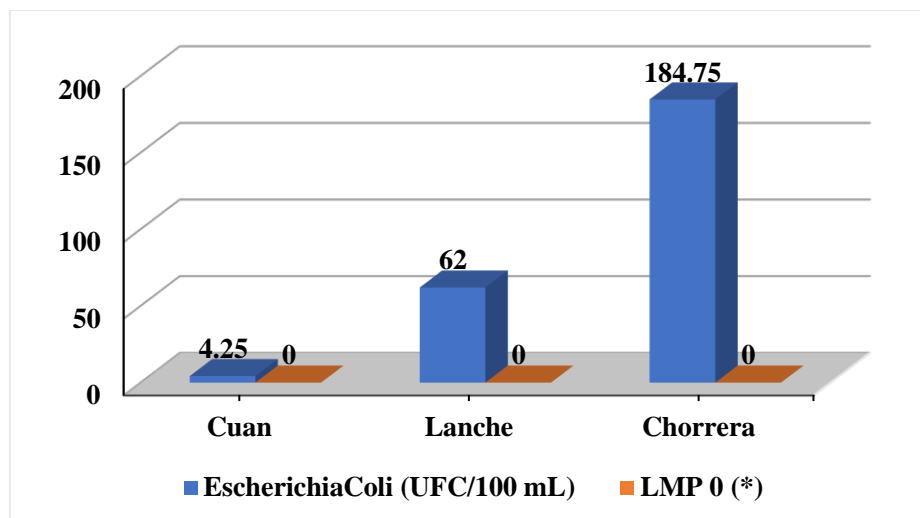


Figura 10. Bacterias *Escherichia coli* (UFC/100 ml), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 6, se observa en promedio la concentración de bacterias coliformes totales de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA). Teniendo alta contaminación microbiológica debido a la crianza de animales de sangre caliente a su alrededor, lo cual con las precipitaciones infiltra llegando a contaminar el agua natural.

Tabla 6

Comparación de coliformes totales (UFC/100 mL), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo

Puntos de muestreo	Coliformes Totales (UFC/100 mL)	LMP 0 (*)
	\bar{x}	UFC/100 mL
Cuan	166.25	supera
Lanche	193.50	supera
Chorrera	163.25	supera

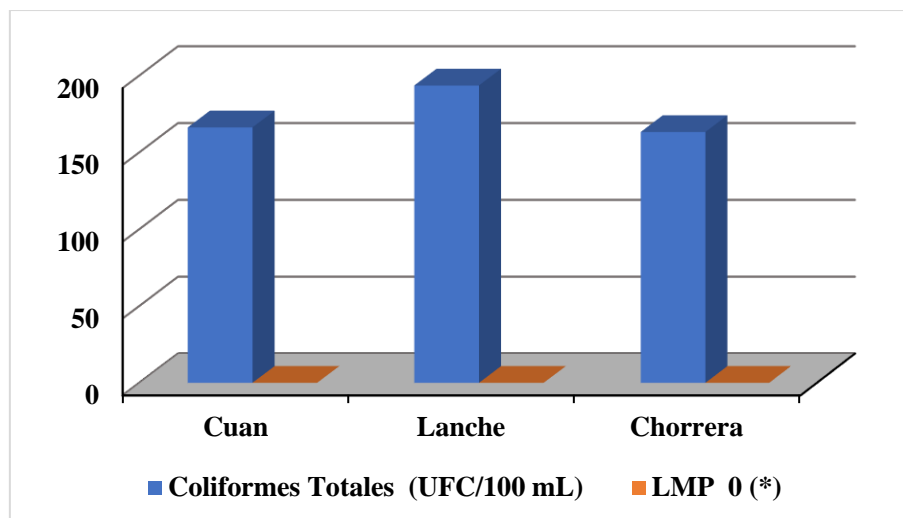


Figura 11. Bacterias coliformes totales (UFC/100 ml), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 7, se observa en promedio la turbiedad del agua en los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA).

Tabla 7
Comparación de Turbiedad (UNT), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo

Puntos de muestreo	Turbiedad (UNT)	LMP 5
	\bar{x}	UNT
Cuan	2.05	No supera
Lanche	0.42	No supera
Chorrera	2.57	No supera

Fuente: Elaboración propia

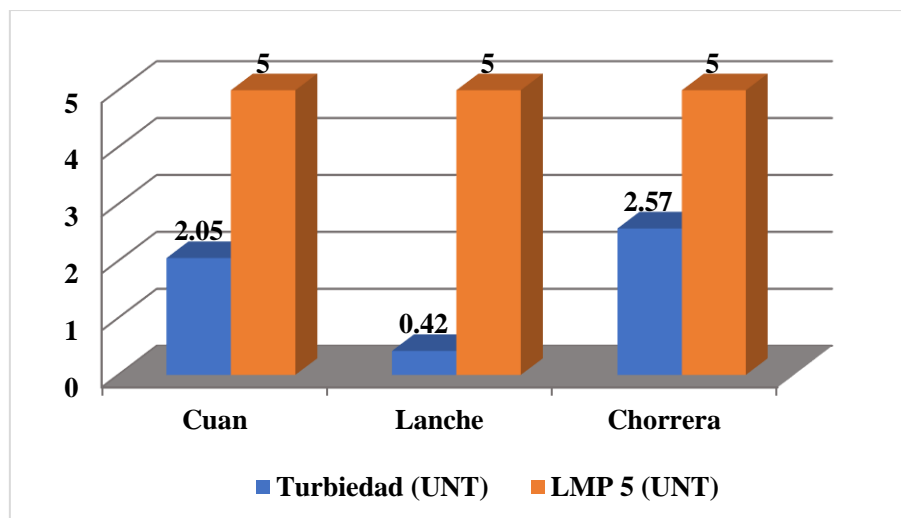


Figura 12. Turbiedad (UNT), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 8 se observa en promedio la conductividad del agua de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA).

Tabla 3

Comparación de la Conductividad (uS/Cm), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo

Puntos de muestreo	Conductividad (uS/Cm)	LMP 1500
	\bar{x}	uS/Cm
Cuan	229.25	No supera
Lanche	186.25	No supera
Chorrera	219.25	No supera

Fuente: Elaboración propia

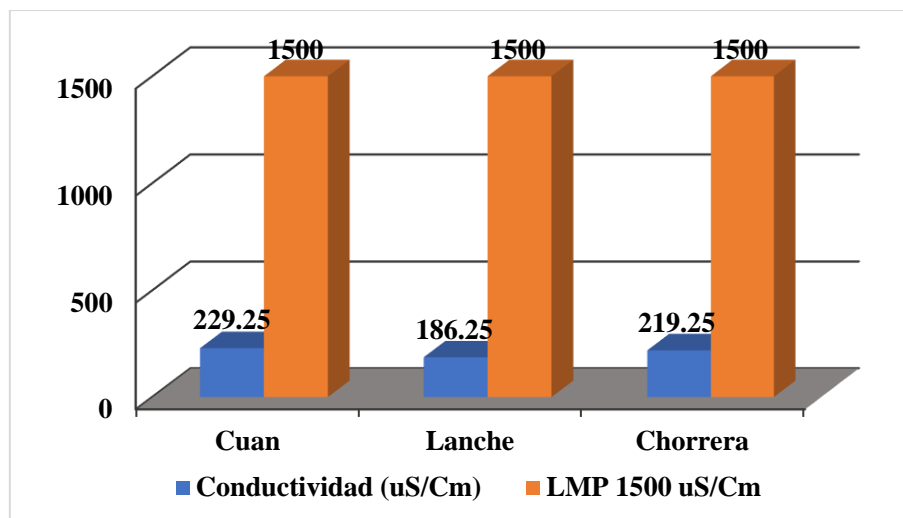


Figura 13. Conductividad (uS/Cm), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 9, se observa en promedio la variación de la concentración SDT de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA).

Tabla 4

Comparación de Sólidos Disueltos Totales (SDT), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo

Puntos de muestreo	SDT	LMP 250
	(mg/L)	mg/L
	\bar{x}	
Cuan	114.88	No supera
Lanche	92.63	No supera
Chorrera	109.63	No supera

Fuente: Elaboración propia

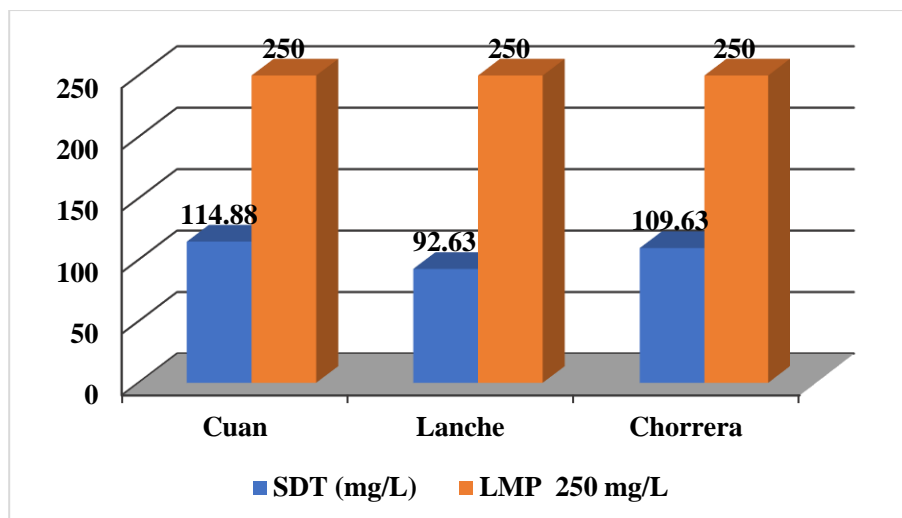


Figura 14. SDT (mg/L), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 10, se observa en promedio la variación del pH de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA) presentando valores normales.

Tabla 10

Comparación del pH, con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo

Punto de muestreo	pH (Unidades de pH)	LMP (6.5-8.5)
	\bar{x}	Unidad de pH
Cuan	7.44	No supera
Lanche	7.25	No supera
Chorrera	7.50	No supera

Fuente: Elaboración propia

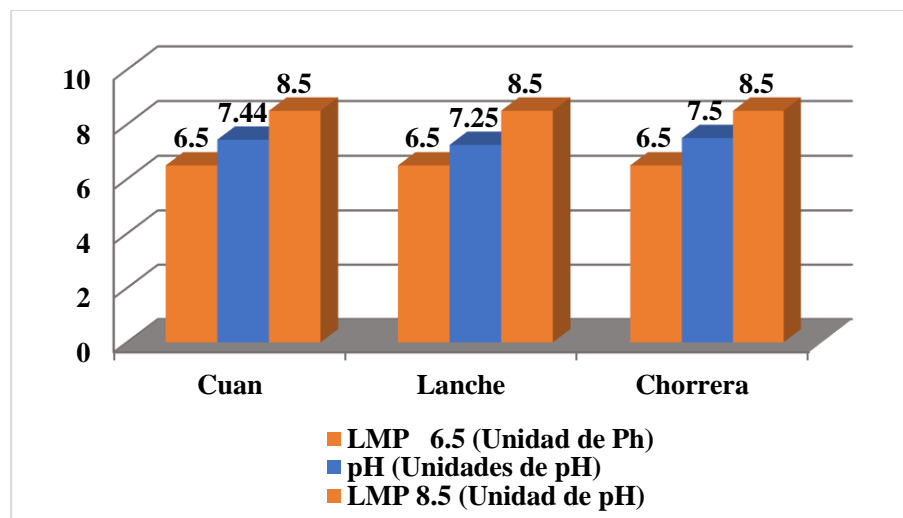


Figura 15. PH (Unidades de pH), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

En la tabla 11, se observa en promedio la temperatura de los 3 lugares de colecta (el Cuan, el Lanche y la Chorrera), analizados por un periodo de 4 meses comparándose con los LMP (DS 031 – 2010, DIGESA).

Tabla 11
Comparación de la temperatura (°C), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo

Punto de muestreo	Temperatura	LMP	(16-22)
	(°C)		
	\bar{x}		°C
Cuan	19.08		No supera
Lanche	19.10		No supera
Chorrera	19.48		No supera

Fuente: Elaboración propia

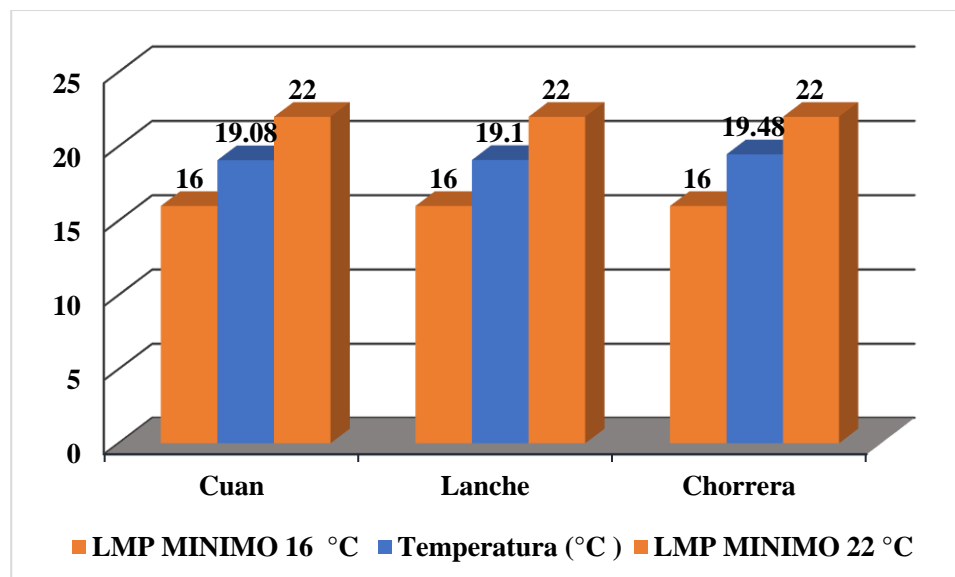


Figura 16. Temperatura (°C), con el LMP para agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Tuapampa del distrito Chota, por punto de muestreo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó la concentración de bacterias coliformes totales en el agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. Obteniendo como resultado en el lugar de colecta El Lanche: 193.50 UFC/100 mL; Cuan: 166.25 UFC/100 mL y La Chorrera: 163.25 UFC/100 mL, teniendo alta contaminación microbiológica de bacterias coliformes totales.
- Se logró determinar la concentración de bacterias coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. Se obtuvo como resultado en el lugar de colecta El Lanche: 79.5 UFC/100 mL, Cuan: 9.25 UFC/100 mL y La Chorrera 211.25 UFC/100 mL, en promedio de los 4 meses, siendo la más contaminada la Chorrera.
- Se determinó la concentración de bacterias *Escherichia coli* en el agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. Obteniendo como resultado en el lugar de colecta El Lanche 62.00 UFC/100 mL; Cuan 4.25 UFC/100 mL y la Chorrera 184.75 UFC/100 mL, superan los límites máximos permisibles, siendo la más contaminada el agua que proviene de la Chorrera.
- Al comparar la calidad microbiológica que consume la población de la comunidad de Colpa Tuapampa, sector El Gavilán, Chota; en relación con los LMP (DS 031-2010, DIGESA); contamos con graves problemas puesto que es de mala calidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para un posterior estudio ejecutar evaluaciones completas a nivel fisicoquímico y biológico debido a la alta concentración de bacterias coliformes termotolerantes, bacterias *Escherichia coli* y bacterias coliformes totales presentes en el área.
- Realizar capacitaciones de concientización a la población que vive cerca de las captaciones sobre cómo evitar que la contaminación con residuos inorgánicos y orgánicos perjudiquen la calidad de agua.
- Para reconocer el grado de variación en la concentración en los parámetros analizados se recomienda realizar monitoreo cada año.
- Ante una contaminación microbiológica de agua para consumo humano alta como en este caso hacer de conocimiento a la organización de la comunidad encargada de administrar, mantener y operar los servicios de saneamiento es decir las JASS.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2019). *Autoridad Nacional De Agua*. Recuperado de <https://bit.ly/3qH8o8J>.
- Araujo, R., y Benito, H. (2017). *Nivel De Contaminación Microbiológica En Agua De Consumo Humano En El Sector Sequía Alta, Santa Bárbara, Huancavelica - 2017 (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional De Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta.* Fideas G. Arias Odón.
- Arriaza, A., Waight, S., Contreras, C., Ruano, A., López, A., & Ortiz, D. (2015). Determinación bacteriológica de la calidad del agua para consumo humano obtenida de filtros ubicados dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 25(2). <https://bit.ly/2ZylEAu>
- Briñez, K., Guarnizo, J., y Arias, S. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(2), 175-182.
- Calvo, G., & Mora, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón Parte III: Calidad de cuerpos receptores de agua, según el Sistema Holandés de Valoración. *Revista Tecnología en Marcha*, 20(4).
- Carbotecnia, (2020). *PH en el agua*. Recuperado de <https://bit.ly/2Zynemf>
- Cava, T., & Ramos, F. D. R. (2016). Caracterización físico-química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora-Lambayeque, y propuesta de tratamiento”.

- Chamorro, L., Ardila, M., Ruiz, L., & Zamora, L. (2017). Calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana. *Entornos*, 30(1), 99-106.
- Chulluncuy, N. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial*, (029), 153-170. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.232>.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima, (s.f). *Calidad de aguas*. Disponible en <https://bit.ly/2MccPti>
- De Sousa, C., Correia, A., & Colmenares, M. (2010). Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control. *Bol. Mal. Salud Amb*, 50(2), 187-196.
- DIGESA. (2007). Dirección General de Salud Ambiental. *Protocolo De Monitoreo De La Calidad Sanitaria De Los Recursos Hídricos Superficiales*, Perú. Disponible en <https://bit.ly/3duwgbR>
- Fajardo, Á., Gaines, S., Muñoz, V., Otero, V., y Mendoza, M., (2017). Water quality and housing characteristics of a neighborhood in Bogota. *Nova*, 15(27), 31-36.
- Fajardo, N. (2018). Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú. Recuperado de <https://bit.ly/3bm254c>
- Félix, A., Campas, N., Aguilar, G., & Meza, M. (2007). Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de sonora (México). *Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(3), 1-13. <https://bit.ly/3pBvIJ7>
- Fernández, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(2), 70-73. Obtenido de <https://bit.ly/37yl9Le>
- González, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones* (primera ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Jairo Garavito.
- Henry, A. y González, R. (2008). *Influencia de la temperatura del agua en la distribución de estados inmaduros de simuliidae (diptera, insecta) en el río Lluta, Arica, Chile*. *Idesia (Arica)*, 26(3), 45-49. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292008000300005>

- INEN. (1998). Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. *Manejo y conservación de muestras, Quito.*
- Larraín, S. (2006). El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. *Polis. Revista Latinoamericana*, (14).
- MINAM. (2015). *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N° 015-2015. El peruano.*
- MINSA. (2012). *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. D. S. N° 031- 2010-SA/ Dirección General de Salud.*
- OMS. (2019). *Organización mundial de la salud. Disponible en <https://bit.ly/3k7WfHq>*
- Ortega, R., Vidal, L., Vilarly, L., & Saavedra, L. (2008). Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 87-98. <https://bit.ly/3qHajdr>
- Payeras, A. (2011). *Parámetros Bacteriológicos*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de: <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulostecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en marcha*, 29(3), 3-14.
- Pullés, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 45(1), 25-36. <https://bit.ly/3scpYll>
- Quispe, K. (2017). *Determinación cuantitativa de Escherichia coli, Coliformes Totales y Enterobacteris como indicadores de la calidad microbiológica en chorizo expendido en los centros de abastos el Palomar, San Camilo y el mercado mayorista de Rio Seco Alexander Mobba* (Doctoral dissertation, Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa).
- Ramírez, E., Robles, E., Sainz, M., Ayala, R., & Campoy, E. (2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(4), 247-255.

- SENAMHI (2020). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú .*Pronóstico del tiempo para CHOTA (Cajamarca)*. Disponible en <https://bit.ly/2NLFElY>
- Ríos, S., Agudelo, R., Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 2017; 35(2): 236-247. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08.
- Romero, M., Gómez, F., Sánchez, O., & García, C. (2009). Monitoreo de la calidad microbiológica del agua en la cuenca hidrológica del Río Nazas, México. *Química Viva*, 8(1), 35-47. <https://bit.ly/3k95AyO>
- Sánchez, H., Vargas, M., y Méndez, J. (2000). Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Scielo*, 42(5), 406-397.
- Sigler, A., & Bauder, J. (2017). Alcalinidad, pH, y sólidos disueltos totales. *Obtenido de Well Educated Educación en el Agua de Pozo: http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS*, 20, 2012-11.
- Vásquez, J. (2019). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano del sector fila alta, perteneciente a la provincia de Jaén – Cajamarca (tesis de pre grado)*. Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.
- Webster, G. D. (2015). Bibliography II. Bibliography and Index of Paleozoic Crinoids and Coronate Echinoderms 1981—1985, 20–25. <https://doi.org/10.1130/micro18-p20>
- Whitman Collegue, (2020). Química. *Estados Unidos*. <https://bit.ly/3qGzE7d>
- Zamora, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, conductividad, pH y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Pensamiento Actual*, 9(12), 125-134.

CAPÍTULO VII**ANEXOS****Anexo 3. Panel fotográfico.**

Figura 17
Local de colecta la Chorrera.



Figura 18
Local de colecta el Lanche.



Figura 19
Local de colecta El Cuan.



Figura 20
Muestreo



Figura 21
Etiquetado de muestras.



Figura 22
Comité de rondas campesinas de la comunidad en el local de colecta.

Anexo 2. Análisis Microbiológico de agua - laboratorio de salud ambiental.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 247 -2020

Solicitante: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL
Dirección:

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	.....	Fecha/hora de recepción:	05/03/20 11:30
Fecha/hora de muestreo:	05/03/20 07:38	Fecha de inicio del ensayo:	05/03/20
Muestreado por:	ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL	Comprobante de pago:	PAGADO
Localidad:	COLPA TUAPAMPA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	247
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	.....
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	M1 EL CUAN

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
247	M1 EL CUAN	140	2

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 10 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Médico. Indira Lizasoá Reyes Fernández
C.B.R. 10513



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 247 -2019

Solicitante: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL
Dirección:

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:		Fecha/hora de recepción: 05/03/20 11:30	
Fecha/hora de muestreo: 05/03/2020 07:38		Fecha de inicio del ensayo: 05/03/20	
Muestreado por: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL		Comprobante de pago: PAGADO	
Localidad: COLPA TUAPAMPA		DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito: CHOTA		Código de Laboratorio: 247	
Provincia: CHOTA		Código dado por el Solicitante:	
Departamento: CAJAMARCA		Punto de muestreo: M1 EL CUAN	

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (18.6 °C)	7.54	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	259	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	129.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	0.56	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 10 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Médico. Lidia Lizeth Reyes Fernández
C.B.P. 10513



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 248 -2020

Solicitante: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL
Dirección:

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	.....	Fecha/hora de recepción:	05/03/20 11:30
Fecha/hora de muestreo:	05/03/20 08:20	Fecha de inicio del ensayo:	05/03/20
Muestreado por:	ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL	Comprobante de pago:	PAGADO
Localidad:	COLPA TUAPAMPA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	248
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	.....
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	M2 EL LANCHE

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
248	M2 EL LANCHE	210	110

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 10 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Médico. Indira Lizeth Reyes Fernández
C.B.R. 10513



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 248 -2019

Solicitante:	ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL
Dirección:	.....

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	.....	Fecha/hora de recepción:	05/03/20 11:30
Fecha/hora de muestreo:	05/03/2020 08:20	Fecha de inicio del ensayo:	05/03/20
Muestreado por:	ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL	Comprobante de pago:	PAGADO
Localidad:	COLPA TUAPAMPA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	248
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	.....
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	M2 EL LANCHE

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (18.5 °C)	6.9	6.5 - 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	187	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	93.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	0.41	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro. Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 10 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Indira Lizeth Reyes Fernández
M. C. B. g. Indira Lizeth Reyes Fernández
C.B.P. 10513



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 246 -2020

Solicitante: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL
Dirección:

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Fecha/hora de recepción: 05/03/20 11:30	Fecha/hora de muestreo: 05/03/20 07:04	Fecha de inicio del ensayo: 05/03/20
Muestreado por: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL	Comprobante de pago: PAGADO	DATOS DE LA MUESTRA	
Localidad: COLPA TUAPAMPA	Código de Laboratorio: 246	Código dado por el Solicitante:	
Distrito: CHOTA	Punto de muestreo: M3 LA CHORRERA		
Provincia: CHOTA			
Departamento: CAJAMARCA			

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
246	M3 LA CHORRERA	210	170

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 10 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Mcbgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP. 10513



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 246 -2019

Solicitante: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL
Dirección:

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:		Fecha/hora de recepción: 05/03/20 11:30	
Fecha/hora de muestreo: 05/03/2020 07:04		Fecha de inicio del ensayo: 05/03/20	
Muestreado por: ROXANA MABEL SEMPÉRTEGUI RAFAEL		Comprobante de pago: PAGADO	
Localidad: COLPA TUAPAMPA		DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito: CHOTA		Código de Laboratorio: 246	
Provincia: CHOTA		Código dado por el Solicitante:	
Departamento: CAJAMARCA		Punto de muestreo: M3 LA CHORRERA	

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (19.4 °C)	8.1	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	175	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	87.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA- AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	5.18	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 10 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
[Firma]
Mchgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP: 10513

Anexo 3. Protocolo para toma de muestras

REGION CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA II CHOTA
DIRECCIO EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL CHOTA

PROTOKOLO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA PARA LABORATORIO

Indicaciones Generales

En el momento de extraer la muestra se despliega cuidando el sobre tapa de papel junto con la tapa, una vez tomada la muestra se tapa herméticamente: que por ninguna razón deberá permitir que la tapa se apoye o este en contacto con objeto alguno.

- Las botellas que se utilicen para el muestreo de agua potable y para control de calidad (Análisis Bacteriológico y parasitológico) serán frascos de vidrio totalmente esterilizados, con capacidad de 120 a 200 ml.
- Los frascos o botellas para el muestreo para control los contenidos físico- químico serán de vidrio lavados en forma aséptica, con capacidad de 1,000 ml.

Técnicas de muestreo:

- **En un grifo cañería o conexión domiciliaria**

Antes de extraer la muestra se eliminarán los tubos de goma u otro aditamento que hubiese para evitar el salpicado: se limpiará la parte interna y externa del grifo, dejando luego salir un chorro fuerte de 2-3 minutos para eliminar las impurezas acumuladas y el agua almacenada en el interior del ramal, finalmente se tomará la muestra tapando el frasco se asegura la sobre tapa de papel.

- **Muestra en un pozo.**

Si el pozo funciona con bomba accionado con la mano se hará salir en agua durante 5 minutos antes de tomar la muestra, obtendrá con cuidado dejando caer directamente el agua al frasco.

- **Muestra de un manantial**

Después de destapar el frasco con las precauciones indicadas se sostiene con una pinza de brazos largos o las manos bien lavadas o un cordel que sujete el cuello del frasco, y que se sumerge rápidamente a 15 -20 cm. Bajo el tirante del agua, dirigiendo la boca en sentido contrario al de la corriente natural como ocurre en los estanques, lagos o reservorios.

- **Muestra en ríos, arroyos, vertientes, lagos, estanques, piscinas.**

Se procede tan igual que el anterior teniendo las precauciones indicadas se sostiene con una pinza de brazos largos o las manos bien lavadas o un cordelillo y contra peso, dirigiendo la boca de frasco en sentido contrario.

DATOS DE LA MUESTRA.

Localidad: _____ Distrito: _____ Punto de muestreo: _____

Remitente: _____ EE.SS: _____ JASS: _____

Fecha de muestreo: _____ Hora: _____ Cloro Residual: _____ PH. _____

Población total:..... Población beneficiaria:.....

NOTA: El frasco debe ser lacrado y sellado por el responsable de la actividad

Firma y sello del Responsable