



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE RÍO  
ILAVE EN LA JURISDICCIÓN DE LOS CENTROS POBLADOS  
DE CHIJICHAYA Y JARANI, POS PRODUCCIÓN DE CHUÑO  
BLANCO, PROVINCIA DE EL COLLAO, REGIÓN PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ROMAN MANUEL CHUCUYA GUTIÉRREZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO  
**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE RÍO ILAVE EN LA JURISDICCIÓN DE LOS CENTROS POBLADOS DE CH**

AUTOR  
**ROMAN MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ**

RECUENTO DE PALABRAS  
**17009 Words**

RECUENTO DE CARACTERES  
**83623 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS  
**84 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO  
**3.2MB**

FECHA DE ENTREGA  
**Oct 29, 2024 7:16 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME  
**Oct 29, 2024 7:18 AM GMT-5**

● **14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



*Manuel Chucuya*  
**Gilmar Gamaliel Goyzueta Camacho**  
COLBIOP N° 1142  
Dr. Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE RÍO ILAVE EN LA  
JURISDICCIÓN DE LOS CENTROS POBLADOS DE CHIJICHAYA Y JARANI,  
POS PRODUCCIÓN DE CHUÑO BLANCO, PROVINCIA DE EL COLLAO,  
REGIÓN PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROMAN MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

Dr. DANTE JONI CHOQUEHUANCA PANCLAS

PRIMER MIEMBRO:

Dra. MARTHA ELIZABETH APARICIO SAAVEDRA

SEGUNDO MIEMBRO:

Dr. RENZO HERNAN TURPO AROQUIPA

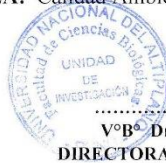
DIRECTOR / ASESOR:

Dr. GILMAR GAMALIEL GOYZUETA CAMACHO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31/10/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Calidad Ambiental



VºBº Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a Dios por ser mi luz y guía. A mi Madre Rufina, desde el infinito cielo me ilumina y me da esa fuerza, la fortaleza para lograr mi trabajo de investigación, pues su gran deseo en vida fue ver a su hijo profesional, espero sienta felicidad en el más allá. A mi Padre Pascual, por darme la vida y luchar día a día cuando estaba en vida para lograr ese peldaño de ser profesional. A mis hermanos(as), para que sientan que todo es posible en la vida mientras tengamos vida.*

*Dedico a mis familiares, amigos(as) y amistades que me han mostrado ese ánimo, esa fortaleza de levantarme la moral, que después de mucho tiempo lograr que este trabajo de investigación se haya hecho realidad. A todos ellos mi reconocimiento especial de todo corazón y cariño por su apoyo.*

*Gracias por todo.*

***Román Manuel***



## AGRADECIMIENTOS

*Gracias a Dios, a mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano Puno, a la Facultad de Ciencias Biológicas, por ser parte de ella al haberme abierto sus puertas para ser preparado con sus enseñanzas y conocimientos, para lograr tener una buena formación profesional, a mis tutores, docentes y trabajadores que me dieron sus consejos, enseñanzas, su apoyo valioso para seguir adelante y ser un buen profesional.*

*Gracias a mi asesor de mi trabajo de investigación Dr. Gilmar Gamaliel Goyzueta Camacho, por apoyarme incondicionalmente, en asesorarme mi trabajo, con sus conocimientos, su enorme capacidad, por haber tenido la paciencia para guiarme durante el desarrollo del presente trabajo.*

*Gracias al Dr. Juan José Pauro Roque, por ser el soporte y guía, en apoyarme con sus conocimientos y análisis del área de bioquímica, en la preparación del presente trabajo de investigación.*

*Gracias al Dr. Edmundo Moreno Terrazas, por ser un docente ejemplar y su insistencia a que lograra ser profesional.*

*Gracias al Dr. Alfredo Loza del Carpio, jefe del laboratorio de Ecología Acuática, a la Blga. Margot Gisela Reyes Orihuela, a ellos, por su aporte en los análisis de laboratorio sobre la calidad del agua. A pesar del tiempo que paso, me dieron esa fuerza y fortaleza moral para lograr el presente trabajo de investigación.*

*Gracias a los Sr. Benito Fernández Calloapaza, analista del laboratorio control de calidad de aguas, plantas, bromatología de alimentos y fertilizantes. Sr. Evaristo Mamani Mamani, jefe del laboratorio de aguas y suelos de Ciencias Agrarias, por los análisis de las muestras de agua del presente trabajo de investigación.*

*Gracias a los pobladores de los centros poblados de Chijichaya, Jarani, de la provincia del Collao Ilave, por haberme brindado el permiso para ingresar al río Huenque (Ilave), a tomar las muestras de agua.*

*Gracias a mis Familiares y amistades que de una y otra forma han sido claves en mi vida exigiéndome a que culmine mi trabajo de investigación.*

*Gracias de todo corazón.*

**Román Manuel**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Calidad fisicoquímica de un río .....</b>	<b>20</b>
2.2.1.1 Conductividad eléctrica.....	21
2.2.1.2 Bicarbonatos.....	22
2.2.1.3 Sulfatos.....	23
2.2.1.4 pH.....	23
2.2.1.5 Oxígeno disuelto .....	24
<b>2.2.2 Calidad bacteriológica de un río .....</b>	<b>24</b>



2.2.2.1	Coliformes termotolerantes.....	24
2.2.2.2	Coliformes termotolerantes.....	26
2.2.3	Producción de chuño blanco o tunta .....	26
2.2.4	Estándares de Calidad Ambiental (ECA).....	27

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL RÍO ILAVE.....</b>	<b>31</b>
3.4.1	Muestreo de agua .....	31
3.4.2	Determinación de conductividad eléctrica .....	31
3.4.3	Determinación de bicarbonatos.....	32
3.4.4	Determinación de sulfatos.....	32
3.4.5	Determinación del pH .....	32
3.4.6	Determinación del oxígeno disuelto.....	33
3.4.7	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	33
3.4.8	Análisis bioestadístico de datos .....	33
<b>3.5</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DEL RÍO ILAVE .....</b>	<b>34</b>
3.5.1	Determinación de los coliformes totales .....	34
3.5.1.1	Prueba presuntiva .....	34
3.5.1.2	Prueba confirmativa .....	34
3.5.2	Determinación de coliformes termotolerantes .....	35
3.5.2.1	Prueba presuntiva .....	35



3.5.2.2	Prueba confirmatoria.....	36
3.5.3	Análisis bioestadístico de datos .....	36
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
<b>4.1</b>	<b>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, BICARBONATOS, SULFATOS, PH Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DEL RÍO ILAVE .....</b>	<b>37</b>
4.1.1	Conductividad eléctrica.....	38
4.1.2	Concentración de bicarbonatos .....	41
4.1.3	Concentración de sulfatos .....	43
4.1.4	Valores de pH.....	45
4.1.5	Concentración de oxígeno disuelto .....	47
4.1.6	Valores de la demanda bioquímica de oxígeno.....	49
<b>4.2</b>	<b>CARGA BACTERIANA DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL RÍO ILAVE.....</b>	<b>52</b>
4.2.1	Recuento de coliformes totales .....	53
4.2.2	Recuento de coliformes termotolerantes .....	56
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>.....</b>	<b>70</b>

**ÁREA:** Ciencias Biomédicas.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Calidad Ambiental.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 31 de octubre del 2024.





## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Ubicaciones de los puntos de muestreo de agua en el río Ilave tramo centro poblado Chijichaya y ciudad de Ilave (Google map). .....	29
<b>Figura 2</b> Promedios de valores de conductividad eléctrica entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P \geq 0.05$ ). .....	39
<b>Figura 3</b> Promedios de los valores de bicarbonatos entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P \geq 0.05$ ). .....	43
<b>Figura 4</b> Promedios de los valores de sulfatos entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P \geq 0.05$ ). .....	44
<b>Figura 5</b> Promedios de los valores de pH entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P \geq 0.05$ ). .....	46
<b>Figura 6</b> Promedios de los valores de oxígeno disuelto entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P < 0.05$ ). .....	49
<b>Figura 7</b> Promedios de los valores de demanda bioquímica de oxígeno entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P \geq 0.05$ ). .....	51
<b>Figura 8</b> Promedios de los recuentos de coliformes totales entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P < 0.05$ ). .....	55
<b>Figura 9</b> Promedios de los recuentos de coliformes termotolerantes entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey, $P \geq 0.05$ ). .....	56
<b>Figura 10</b> Centro poblado de Jarani. ....	74
<b>Figura 11</b> Muestras de agua colectadas para destinar al laboratorio. ....	74
<b>Figura 12</b> Recogiendo muestras de agua a 100 m. de Chijichaya. ....	75
<b>Figura 13</b> Transparencia del río Ilave en Chijichaya .....	75



<b>Figura 14</b>	Recolección de muestras de agua en el rio Ilave.....	76
<b>Figura 15</b>	Centro Poblado de Chijichaya.....	76
<b>Figura 16</b>	Fauna del Centro Poblado de Chijichaya (Huallatas).....	77



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b>	Distribución de muestras por zonas y meses de muestreo. .... 30
<b>Tabla 2</b>	Parámetros fisicoquímicos del río Ilave entre los puntos de muestreo Jarani y Chijichaya..... 37
<b>Tabla 3</b>	Parámetros bacterianos del río Ilave entre los puntos de muestreo Jarani y Chijichaya..... 52
<b>Tabla 4</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de conductividad eléctrica en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya..... 70
<b>Tabla 5</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de bicarbonatos en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya. 70
<b>Tabla 6</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de sulfatos en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya. .... 71
<b>Tabla 7</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de pH en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya..... 71
<b>Tabla 8</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de oxígeno disuelto en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya. .... 72
<b>Tabla 9</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de demanda bioquímica de oxígeno en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya. .... 72
<b>Tabla 10</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los recuentos de coliformes totales en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya..... 73



<b>Tabla 11</b>	Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los recuentos de coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya. ....	73
-----------------	--	----



## ACRÓNIMOS

°C	: Grados centígrados
C. V.	: Coeficiente de variabilidad
et al.	: Y colaboradores
g	: Gramo
µS/cm	: MicroSiemens por centímetro
ECA	: Estándar de Calidad Ambiental
mg/l	: Miligramos por litro
NMP/100 ml	: Número más probable por 100 mililitros
P	: Probabilidad
pH	: Potencial de hidrogeniones
Prom	: Promedio
R	: Repeticiones



## RESUMEN

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río Ilave en los centros poblados de Chijichaya y Jarani (distrito Ilave, provincia El Collao, región Puno) debido a las actividades antrópicas es el motivo de estudio, en ella se vienen liberando materia orgánica y contaminantes bacterianos. Los **objetivos** fueron: evaluar los valores de conductividad, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, pH, oxígeno disuelto, coliformes totales y termotolerantes del río Ilave en los centros poblados de Chijichaya y Jarani, según las normas ECAs para agua categoría 3 (D. S. N° 001-2017-MINAM). Los **métodos** fueron: se recolectaron muestras de agua del río Ilave en las comunidades en mención, cumpliendo el Protocolo de Muestreo en Recursos Hídricos del ANA. Los análisis de muestras se realizaron en el Laboratorio de Ecología Acuática de la FCCBB. La determinación de la conductividad, el oxígeno disuelto y pH se determinaron por el método electrométrico, los bicarbonatos por el método titulométrico, los nitratos y sulfatos por espectrofotometría y las coliformes por la técnica del Número Más Probable. Los **resultados promedios fueron**: CE 635, 677.33 y 664.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , bicarbonatos 138.96, 144.16 y 146.48 mg/l, sulfatos 130, 123.67 y 114.00 mg/l, pH 8.69, 8.40 y 8.46, OD 8.32, 9.17 y 8.20 mg/l y DBO5 2.32, 3.32 y 2.05 mg/l, coliformes totales 1200, 181.67 y 150 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes 26.67, 20.33 y 32.33 NMP/100 ml en Jarani, a 100 m de Chijichaya y en Chijichaya, respectivamente, no superando las normas ambientales vigentes y existiendo diferencia estadística significativa solo en el recuento de coliformes totales ( $P < 0.05$ ). Se **concluye** que los parámetros fisicoquímicos cumplen con las normas ECAs para agua categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales, excepto los recuentos bacterianos la superan.

**Palabras clave:** Calidad del agua, Bacteriológico, ECA, Fisicoquímico, Río Ilave.



## ABSTRACT

The physicochemical and bacteriological parameters of the Ilave River in the populated centers of Chijichaya and Jarani (Ilave district, El Collao province, Puno region) due to anthropic activities is the reason for study, organic matter and bacterial contaminants are being released into it. The objectives were: to evaluate the values of conductivity, bicarbonates, nitrates, sulfates, pH, dissolved oxygen, total coliforms and thermotolerant of the Ilave River in the populated centers of Chijichaya and Jarani, according to the ECAs standards for category 3 water (D. S. No. 001-2017-MINAM). The methods were: water samples were collected from the Ilave River in the communities mentioned, complying with the ANA Water Resources Sampling Protocol. The sample analysis was carried out at the FCCBB Aquatic Ecology Laboratory. Conductivity, dissolved oxygen and pH were determined by the electrometric method, bicarbonates by the titration method, nitrates and sulphates by spectrophotometry and coliforms by the Most Probable Number technique. The average results were: EC 635, 677.33 and 664.67  $\mu\text{S/cm}$ , bicarbonates 138.96, 144.16 and 146.48 mg/l, sulphates 130, 123.67 and 114.00 mg/l, pH 8.69, 8.40 and 8.46, DO 8.32, 9.17 and 8.20 mg/l and BOD5 2.32, 3.32 and 2.05 mg/l, total coliforms 1200, 181.67 and 150 NMP/100 ml and thermotolerant coliforms 26.67, 20.33 and 32.33 NMP/100 ml in Jarani, 100 m from Chijichaya and in Chijichaya, respectively, not exceeding the current environmental standards and there being a significant statistical difference only in the total coliform count ( $P < 0.05$ ). It is concluded that the physicochemical parameters comply with the ECAs standards for category 3 water for irrigation of vegetables and drinking of animals, except that the bacterial counts exceed them.

**Keywords:** Water quality, Bacteriological, ECA, Physicochemical, Ilave River.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El río Ilave está catalogado en la categoría 3 de los ECAs para agua, destinado a riego de vegetales y bebida de animales, es un importante afluente del lago Titicaca, en ella habitan recursos naturales como macrófitas forrajes y en algunas partes habitan peces como la trucha. En la zona del centro poblado (C. P.) de Chijichaya es muy conocida por la dedicación a la procesamiento y obtención de chuño blanco o tunta, siendo una actividad económicamente rentable, la cual es proveedora de este producto a mercados del sur y la capital del Perú, generando ingresos económicos para los habitantes de la zona. Pero para la obtención de la tunta se requiere en su última etapa, la introducción de la papa deshidratada en sacos de malla para que literalmente la corriente de agua en movimiento lave y retire las sustancias amargas que poseen la papa.

El tiempo de estadio de la papa deshidratada y en los sacos en malla en el interior del agua, es de 21 días a más aproximadamente, lo cual varía según la variedad de papa, la corriente del agua entre otros. Pero en ese lapso de tiempo, la papa deshidratada liberaría sus cáscaras, así como la solanina (toxinas de la papa) y gran parte del almidón que posee la papa, ingresando al torrente acuático e incrementando probablemente ciertos parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, pH y oxígeno disuelto) y bacteriológicos (coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) que se plantea evaluar en el presente proyecto de investigación.

En tal sentido esta investigación se realizará para conocer la situación actual de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río Ilave, tramo C. P. Chijichaya y la ciudad de Ilave, con el fin de determinar si la actividad de producción de tunta o chuño blanco, podrían venir afectando la calidad del agua del río Ilave, de esta manera las





autoridades competentes realizar inspecciones inopinadas del proceso de obtención de la tunta, salvaguardando las características fisicoquímicas naturales de este importante recurso acuático, el río Ilave.

Es por ello que en la investigación se planteó los siguientes objetivos general y específicos:

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Ilave en los centros poblados de Chijichaya y Jarani, provincia de El Collao, región Puno.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar los valores de conductividad eléctrica, bicarbonatos, sulfatos, pH y demanda bioquímica de oxígeno del río Ilave en los centros poblados de Chijichaya y Jarani, según las normas ECAs para agua categoría 3 (D. S. N° 001-2017-MINAM).
- Evaluar la carga bacteriana de coliformes totales y termotolerantes en el río Ilave en los centros poblados de Chijichaya y Jarani, según las normas ECAs para agua categoría 3 (D. S. N° 001-2017-MINAM).



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

CARDER (2001) realizó en Pereira (Colombia), la caracterización previa de los vertimientos líquidos, el cual reportó que la DBO<sub>5</sub> presentó un valor de 32000 mg/l, la DQO de 25200 mg/l y finalmente los sólidos suspendidos totales fueron de 8272 mg/l. Después de la instalación de una infraestructura destinado al tratamiento de restos de sangre y la respectiva realización del compostaje, el MINAM y SAC (2002) registraron para DBO<sub>5</sub> un valor de 2927.5 mg/l, DQO fue de 8766 mg/l, los sólidos suspendidos totales fue de 1242.9 mg/l, y por último las grasas 141.9 mg/l.

Torres (2008) en el río Motagua (Guatemala), mencionan que de diez puntos de muestreo todos los parámetros evaluados, solo presentaron altos niveles de sólidos totales en la mayoría de los puntos superando los 1000 mg/l, además se detectó la presencia de coliformes totales y coliformes totales en recuentos muy altos y E. coli a partir de enfermedades gastrointestinales.

Salas y Condorhuamán (2008) indican que los residuos líquidos producidos en un centro de beneficio o matadero son efluentes que contienen sangre, rumen, pelos, grasas y proteínas, el efluente del matadero presentó características de pH 7.2, la DBO 9300 mg/l, la DQO 4700 mg/l, grasas y aceites 28 mg/l.

Según el Gobierno Regional de Puno (2012) en el Diagnóstico Ambiental Regional de Puno, la cuenca del río Ilave – Huenque, reporta los siguientes problemas de contaminación, como el ingreso de directo de aguas residuales de la ciudad y del camal municipal, asimismo menciona el problema de la comunidad de Chijichaya en la



elaboración de tunta, el ingreso de aguas de lavado de vehículos, de crianza de trucha y actividades de minería (Aruntani y Cachari).

Mullisaca (2013), encontró que los contenidos de mercurio en agua y los sedimentos del río Azángaro, presentaron promedios de concentraciones de mercurio de 0.00020 mg/l, estando por debajo de los límites aprobados por los ECA (0.001 mg/l); en sedimentos presentaron cifras iguales a 1.5; 0.20 y 0.20 mg/kg, siendo superiores a los recomendados por la USEPA (0.15 mg/l).

La CMPRALTA (2014), reporta el estado de la calidad ambiental de la cuenta del Titicaca, y menciona que la cuenca Ilave posee las siguientes características fisicoquímicas: pH 5.9 – 9.21, conductividad 16.00 – 962  $\mu$ S/cm, oxígeno disuelto 5.09 – 9.47 mg/l, coliformes termotolerantes 7.80 – 240 NMP/100 ml, como también metales pesados.

Carpio (2016), en Puno (Perú) al evaluar la contaminación por metales pesados en macrófitas de los principales ríos tributarios del Lago Titicaca, reportó que el río Ilave presentó las siguientes características fisicoquímicas: conductividad de 1614 – 1619  $\mu$ S/cm, pH de 8.2 – 8.3 y oxígeno disuelto de 7.0 – 7.1 mg/l.

Quispe (2017) en la provincia de Melgar (Puno – Perú) al evaluar manantiales se determinaron valores de pH entre 7.22 y 8.20, Muñoz et al. (2012) al evaluar la DBO en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala (México) reportaron correlaciones entre DBO y DQO altas con valores de  $r^2 = 0.733$ , dichos valores se explican por la población asentada hasta 20 km de la línea del cauce del río.

Quispe (2017) en la provincia de Melgar (Puno – Perú) al evaluar manantiales se determinaron valores de pH entre 7.22 y 8.20, dureza entre 56.77 y 106.78 mg/l, la



alcalinidad entre 7.62 y 32.89 mg/l, los sólidos disueltos totales entre 23.46 y 108.19 mg/l, la turbiedad entre 3.83 y 6.50, todos encontrándose dentro de los límites permisibles.

Pari (2017) en Ilave evaluó la calidad de agua del río del mismo nombre en la zona urbana y reportó en época seca DBO<sub>5</sub> (84, 96, 76 y 72 mg/l), fosfato (1.75, 2.1, 1.56 y 1.45 mg/l), DQO (183, 218, 173 y 165 mg/l) y coliformes fecales en valores de 3200 NMP/100 ml.

Him et al. (2019) en el río Santa María (Panamá) reportaron que en entre las épocas seca y lluviosa no presentaron diferencias estadísticas significativas en los datos de los parámetros fisicoquímicos tales como oxígeno, conductividad, temperatura, pH y SST, ni en el contenido de coliformes totales y coliformes fecales.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Calidad fisicoquímica de un río

Es el elemento vital para sobrevivencia y está aplicado en distintos usos, como la potabilidad del agua para consumo humano, la agricultura, la alimentación e también en la industria, subraya la necesidad de conocer su calidad. La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas que se emplean como parámetros para evaluar la idoneidad del agua en función de sus diversos usos (Carrera, 2016). La composición de elementos presentes en el agua, ya sea en forma de solución, suspensión o estado coloidal, determina su calidad y otorga características distintivas que permiten diferenciar un tipo de agua de otro (Gutierrez, 2018).

El agua, esencial para el desarrollo humano, ha generado una intensa atención en la actualidad en términos de su preservación, la medición de



parámetros físico-químicos, como el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto, entre otros, en los cuerpos de agua, representa quizás el método más directo para identificar las variaciones en su composición, ya sean de naturaleza espacial o temporal, estas variaciones son el resultado de cambios en factores naturales como la litología, el relieve, la vegetación y el clima de la región, la evaluación de estos parámetros es valiosa para determinar el grado de contaminación, tanto orgánica como inorgánica, convirtiendo su uso en una herramienta conveniente para estudios que buscan evaluar el impacto ambiental en un lugar específico (Morrell et al., 2015).

#### **2.2.1.1 Conductividad eléctrica**

Es la capacidad de conducir una corriente eléctrica, su medida es en siemens por metro (S/m) o en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a  $25^\circ\text{C}$  por razones de simplicidad según el Sistema Internacional de Unidades. La conductividad está relacionado directamente a la concentración de sales disueltas en el agua, ya que la disociación de estas sales genera iones que facilitan la conducción eléctrica. Es importante destacar que la solubilidad de las sales en el agua varía según la temperatura, lo que implica que la conductividad del agua se ve afectada por los cambios de temperatura (Solís et al., 2018).

La CE es un parámetro relacionado a la salinidad del agua y por lo tanto su valor toma importancia especialmente en usos de riego agrícola (Carrera, 2016), la habilidad del agua para transmitir electricidad se atribuye a la presencia de sales disueltas en ella, y no es una característica específica de una sustancia en particular, sino más bien un fenómeno que



abarca el conjunto de sales presentes. La conductividad está estrechamente vinculada a la salinidad del agua, y esta relación se determina mediante un factor experimental, cuyo valor puede oscilar entre 0,6 y 1, dependiendo de la composición específica de la muestra de agua (Fernandez, 2020).

Los valores de conductividad en aguas superficiales suelen oscilar entre 10 y 1000 uS/cm, aunque pueden superar estos límites, especialmente en aguas contaminadas que reciben una considerable escorrentía. Además, la conductividad puede servir como un indicador aproximado del contenido mineral cuando otros métodos no son aplicables. En términos de monitoreo, medir la conductividad permite establecer una zona de contaminación alrededor de los efluentes, así como evaluar la extensión de la influencia de las aguas de escorrentía (Quiroz, 2015).

#### **2.2.1.2 Bicarbonatos**

La alcalinidad es definida como la capacidad del agua para neutralizar sustancias ácidas. Esta propiedad refleja la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, y en menor medida de boratos, silicatos, fosfatos y compuestos orgánicos (Beita 2008), los bicarbonatos también están presentes en el agua bajo la forma de bicarbonatos de calcio y magnesio, o bien como sales sólidas, como los bicarbonatos de sodio y potasio (Acevedo, 2020).

La existencia de alcalinidad en aguas naturales desempeña un papel crucial al conservar el equilibrio iónico y previene de las propiedades corrosivas o incrustantes. Normalmente, no supera los 500 mg de



carbonato de calcio por litro ( $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ). Con el objetivo de salvaguardar la vida acuática, las pautas establecen que la alcalinidad debe mantenerse en niveles naturales característicos de la región, evitando cambios drásticos (Beita, 2008).

### **2.2.1.3 Sulfatos**

Los sulfatos en el agua se deben a la contaminación con aguas residuales industriales y por suelos ricos en yesos. En general, los niveles de sulfatos en las aguas destinadas al consumo no suelen plantear problemas de potabilidad. No obstante, las concentraciones por encima de los 300 mg/L pueden provocar alteraciones gastrointestinales en los niños. Por otro lado, los sulfatos de magnesio y sodio tienen propiedades laxantes, es por ello que se busca evitar un exceso de estos compuestos en el agua potable. La cantidad de sulfatos en aguas naturales puede variar considerablemente, oscilando desde niveles mínimos de algunos miligramos por litro hasta concentraciones de cientos de miligramos por litro.

### **2.2.1.4 pH**

El pH representa una evaluación de la cantidad de iones de hidrógeno presentes en el agua, aquellas aguas que se desvían del rango típico de 6 a 9 pueden resultar perjudiciales para la vida acuática, siendo consideradas ácidas si están por debajo de 7 y alcalinas si superan este valor, estas variaciones en los niveles de pH pueden ocasionar perturbaciones a nivel celular y eventualmente llevar a la degradación de



la flora y fauna acuática, este aspecto es fundamental para entender y abordar la salud de los ecosistemas acuáticos (Álvarez y Amancio 2014).

#### **2.2.1.5 Oxígeno disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto (OD) en el agua desempeña un papel crucial en la vitalidad de los riachuelos y lagos, sirviendo como un indicador revelador de la calidad del agua y su capacidad para sostener la vida acuática, en líneas generales, niveles más altos de oxígeno disuelto están asociados con aguas de mejor calidad, mientras que niveles bajos pueden indicar condiciones perjudiciales, afectando la supervivencia de peces y otros organismos acuáticos, este parámetro se revela esencial para evaluar la salud ambiental y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos (Álvarez y Amancio 2014).

Es un indicador ampliamente empleado en entornos acuáticos de flujo continuo, ya que desempeña un papel crucial en numerosos procesos dentro del medio acuático. Su aporte proviene tanto del intercambio atmosférico como la actividad fotosintética de los organismos productores primarios. Los microorganismos utilizan este componente en los procesos de oxidación de la materia, tanto orgánica como inorgánica, así como en los procesos respiratorios (Fernández, 2020).

### **2.2.2 Calidad bacteriológica de un río**

#### **2.2.2.1 Coliformes termotolerantes**

Los coliformes fecales o termotolerantes tienen la capacidad de resistir hasta 45 °C de temperatura, constituyen un conjunto de





microorganismos escasos que son indicadores de calidad y esta principalmente representados por el microorganismo *Escherichia coli*, pero también incluye otros microorganismos menos comunes como *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii* ambos clasificados como coliformes termotolerantes, su procedencia se relaciona principalmente con la vegetación y casualmente se encuentran en el intestino. Aunque forman parte del grupo más amplio de los coliformes totales, los coliformes fecales se distinguen de otros microorganismos en este conjunto por ser indol positivos, tener un amplio rango de temperatura óptima de crecimiento (hasta 45 °C) y servir como indicadores más efectivos de la higiene en alimentos y aguas, su presencia señala una contaminación fecal de origen humano o animal, ya que estos microorganismos se encuentran en las heces, formando parte de la flora intestinal (Carrillo y Lozano 2008).

Normalmente los grupos de coliformes termotolerantes están mayormente compuestas por *Escherichia coli*, convirtiendo a este grupo en un indicador aceptable de contaminación por materia fecal. *Escherichia coli* se elige como bacteria principal en programas de monitoreo, especialmente en la vigilancia de la calidad del agua consumo humano. La presencia de *Escherichia coli* (o coliformes termotolerantes) señala una contaminación fecal reciente, por lo que, al detectarse, se deberían implementar medidas adicionales, como la realización de muestreos adicionales y la investigación de posibles fuentes de contaminación, como tratamientos inadecuados o alteraciones en la integridad del sistema de distribución (Gutiérrez, 2018).



### **2.2.2.2 Coliformes termotolerantes**

Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa predominante en su entorno, pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Forma parte de la microbiota intestinal normal de los seres humanos y en animales que son de sangre caliente. Esta bacteria se elimina diariamente a través de las heces, con una cifra que oscila entre  $10^8$  y  $10^9$  Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por gramo de heces. Debido a sus características distintivas, *Escherichia coli* se ha convertido en uno de los indicadores de contaminación fecal más ampliamente utilizados en la actualidad (Larrea et al., 2013).

### **2.2.3 Producción de chuño blanco o tunta**

A lo largo de la historia, los productores andinos, en su mayoría compuestos por pequeños agricultores, han desempeñado un papel crucial al promover la seguridad alimentaria. La papa, en particular, ejemplifica esta contribución, ya que cuenta con más de cuatro mil variedades y una variedad de productos derivados, comúnmente deshidratados. Estos productos no solo representan una fuente significativa de alimentos, sino también una fuente de ingresos económicos vital para las familias campesinas (Fonseca et al., 2008).

La papa ocupa un papel fundamental en la dieta de la región andina, con una historia de cultivo que se remonta a aproximadamente siete mil años A.C. Los pobladores de la antigüedad pertenecientes de la región, lograron domesticar más de dos mil variedades de tubérculos. Asimismo, crearon tecnologías en el procesamiento de la deshidratación de la papa, con el propósito de ampliar sus usos y tener una fuente constante de alimentación. Estas prácticas han perdurado



a lo largo del tiempo gracias a la continua aplicación por parte de las comunidades andinas, dando lugar a la elaboración de productos como el chuño, la tunta, el tocosh y la papa seca. Estos alimentos no solo son consumidos extensamente, sino que también poseen una significativa importancia comercial en toda la región andina (Fonseca et al., 2011).

La tunta, es un alimento deshidratado obtenido a partir de la papa, se produce mediante una técnica artesanal que aprovecha las condiciones climáticas y la geografía del altiplano, prescindiendo de la necesidad de añadir otros insumos. Este producto presenta características distintivas, ya que consiste en tubérculos enteros deshidratados de color blanco, livianos en peso, tamaños diversos y con formas que varían según la variedad de papa que se utiliza, pudiendo ser redondos o alargados. Con referente a la composición nutricional, la tunta destaca por su alto contenido de almidón, lo que le otorga un valor calórico elevado. Además, contiene minerales como calcio y hierro en proporciones superiores a las que se encuentran en el arroz y el trigo (Fonseca et al., 2008).

#### **2.2.4 Estándares de Calidad Ambiental (ECA)**

Constituye una herramienta de gestión ambiental diseñada con el fin de evaluar la calidad del entorno ambiental a nivel nacional, determina los valores de concentración de ciertos parámetros que están presentes el ambiente y afirma si no representan riesgos para la salud humana y el ecosistema. En el contexto peruano, existen cinco categorías de Estándares de Calidad Ambiental que abarcan el agua, el suelo, el aire el ruido y las radiaciones no ionizante y adquiere relevancia al proporcionar metas claras de calidad ambiental y la evaluación



periódica de estos estándares permite monitorear su cumplimiento y adoptar las medidas necesarias para mantener o mejorar la calidad ambiental del país.

Los ECA para agua, categoría 3 según el decreto supremo (D. S. N° 001-2017-MINAM), establece la concentración de los niveles en sustancias, elementos, parámetros biológicos, físicos, químicos, considerándola como un componente esencial de los ecosistemas acuáticos y un receptor fundamental. Estos niveles no deben representar problema para el medio ambiente y la salud humana.

Adicionalmente, la norma consolida disposiciones previamente aprobadas mediante los Decretos Supremos N° 002-2008-MINAM, N° 023-2009-MINAM y N° 015-2015-MINAM, los cuales establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua. Este nuevo Decreto Supremo, junto con su Anexo, que forma una parte esencial del mismo e introduce modificaciones y eliminaciones de algunas categorías, subcategorías valores y parámetros de los ECA, al tiempo que conserva otros que fueron previamente aprobados por los decretos que se mencionaron.

## CAPÍTULO III

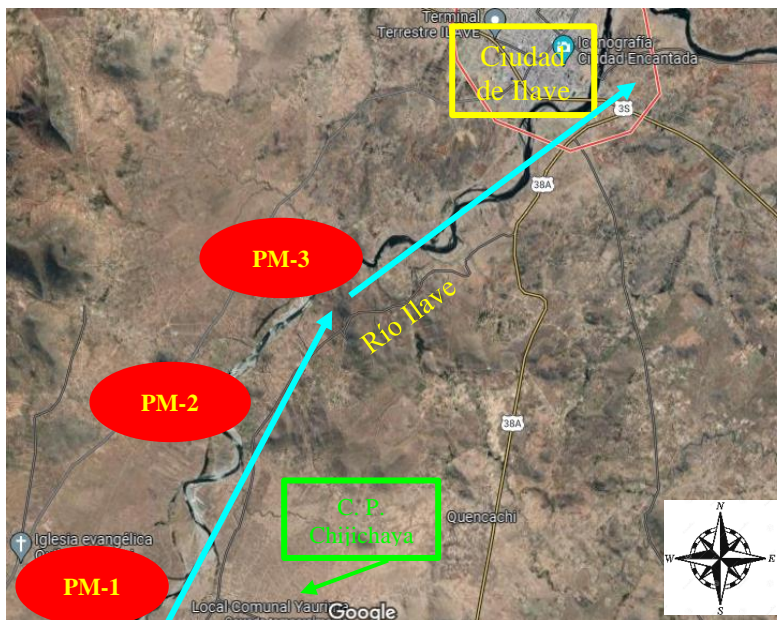
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

La investigación se ejecutó con muestras procedentes del río Ilave y los puntos referenciales de colección fueron: 100 m aguas arriba del centro poblado (C. P.) de Chijichaya (PM – 1), C. P. Chijichaya (PM – 2) y C. P. Jarani (PM – 3), todos ubicados en el distrito de Ilave, provincia de El Collao, región Puno (Figura 1). La evaluación fisicoquímica y la cuantificación bacteriana se realizó en el Laboratorio de Ecología Acuática del Programa de Ecología de la FCCBB – UNA Puno.

#### Figura 1

*Ubicaciones de los puntos de muestreo de agua en el río Ilave tramo centro poblado Chijichaya y ciudad de Ilave (Google map).*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

La investigación fue de tipo descriptivo y analítico, en razón de que se realizó el muestreo de agua del río Ilave en un tramo definido y los resultados tanto de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos fueron evaluados, analizados e interpretados según la normatividad vigente (Normas ECAs para agua, D. S. N° 004-2017-MINAM). Por otro lado, el diseño de investigación fue no experimental, en razón de que no se manipularon variables (Casal y Mateu, 2003; Hernández et al., 2014).

### 3.3 POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

La investigación por ser un estudio descriptivo, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con un total de 9 muestreos, divididos en 3 muestras por cada mes y 3 muestras por zona de muestreo en el río Ilave, en tal sentido en cada punto de muestreo se realizaron tres repeticiones, tal como se demuestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Distribución de muestras por zonas y meses de muestreo.*

Meses de muestreo (2022)	Zonas de muestreo en el río Ilave			Total
	100 m AA C. P. Chijichaya (Control)	C. P. Chijichay a	C. P. Jarani	
Agosto	1	1	1	3
Setiembre	1	1	1	3
Octubre	1	1	1	3
Total	3	3	3	9

Donde: C. P. = centro poblado; AA = aguas arriba.

Fuente: Elaboración propia.



### 3.4 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL RÍO

#### ILAVE

##### 3.4.1 Muestreo de agua

Una vez fijados en los puntos de muestreo, según el Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA (Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales), las muestras de agua se colectaron en frascos de vidrio con tapa hermética, boca ancha y estéril, que será enjuagado previamente 3 veces con el efluente de estudio, luego se recolectó las muestras de agua a un volumen de 500 ml. Las muestras fueron respectivamente rotuladas y fueron transportados en una caja de tecnopor con sus respectivas bolsas de hielo, y posteriormente fue enviado al Laboratorio de Ecología Acuática.

##### 3.4.2 Determinación de conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica está representada por su origen natural por su contenido principalmente de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  y con sólidos disueltos totales menos de aproximadamente 2500 mg/l, el siguiente procedimiento se utilizó para calcular la conductividad a partir de concentraciones iónicas medidos (Severiche et al., 2013).

**Cálculo.** La solución estándar de KCl se midió de la siguiente manera:

$$C = \frac{k_s}{G_s}$$

**Donde:** C = Constante de celdas,  $\text{Cm}^{-1}$ ;  $K_s$  = Conductividad;  $G_s$  = Resistencia.

### 3.4.3 Determinación de bicarbonatos

Se realizó el pipeteado de 5 ml de la muestra de agua a un Erlenmeyer, a continuación, se completó a 50 ml con agua destilada. En otro Erlenmeyer se transfirió 50 ml de agua destilada como testigo. Se agregó 4 gotas de indicador anaranjado de metilo. Se tituló con ácido sulfúrico 0.01 N. La titulación se terminó cuando hubo un viraje del líquido de amarillo a naranja, titulando primero el testigo y luego la muestra (Severiche et al., 2013).

$$HCO_3^- \left( \frac{meq}{l} \right) = \frac{(G_{H_2SO_4 B} - G_{H_2SO_4 A}) * N_{H_2S_4} * 1000}{ml \text{ de alicuota}}$$

**Donde:** G = gasto; N = normalidad.

### 3.4.4 Determinación de sulfatos

Se transfirió 25 ml de la muestra en un Erlenmeyer de 250 ml, seguidamente se adicionó 0.01 g de cloruro de bario, se disolvió y se dejó reposar por 10 minutos, se encendió y se calibró el Espectrofotómetro UV – 1203 SHIMADZU / UV – VIS con agua destilada, seguidamente se colocó en un micropocillo la muestra preparada para medir en el equipo la transmitancia, anotándose el valor (Severiche et al., 2013).

#### Cálculos

$$\text{Sulfato (mg/l)} = \frac{Fc * 100}{V \text{ muestra}}$$

**Donde:** Fc = Factor de concentración (tabla de sulfatos); V = Volumen.

### 3.4.5 Determinación del pH

Fue medido con el equipo del potenciómetro, para el cual en un vaso precipitado de 250 ml y se colocó un volumen de 50 ml la muestra de agua a





analizar, para el cual se enjuagó tres veces antes realizar el análisis. Para empezar primero se calibró el equipo para la medición (potenciómetro) con las soluciones estándar de pH conocido 4, 7 y 10, luego se procedió al análisis de la muestra y se anotó los resultados obtenidos (Severiche et al., 2013).

#### **3.4.6 Determinación del oxígeno disuelto**

Se determinó mediante la técnica de electrodos de membrana, con un oxímetro portátil con electrodo, previamente en un vaso precipitado con volumen de 250 ml, se transfirió 200 ml de agua de muestra, se enjuagó tres veces previo a realizar el análisis. Para empezar la medición del oxímetro, antes fue calibrado con la solución estandarizada para la medición, a continuación, se procedió el análisis de la muestra y se anotó los resultados obtenidos en la pantalla digital del equipo (Severiche et al., 2013).

#### **3.4.7 Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> tiene como unidad de medida los mg de oxígeno utilizados por litro de agua (mg/l), y consistió en incubar una muestra de agua en oscuridad por un tiempo de 5 días a una temperatura de 20 °C, en ese tiempo los microorganismos presentes en el agua degradan la materia orgánica y consumen el oxígeno disuelto, reduciendo el nivel de oxígeno en el agua. Al final del procedimiento, la diferencia de los contenidos de oxígeno al inicio y al final del tiempo de incubación indicó el valor de DBO<sub>5</sub> (Severiche et al., 2013).

#### **3.4.8 Análisis bioestadístico de datos**

Los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos fueron evaluados mediante un análisis de varianza y prueba de medias de Tukey (Daniel, 2011). Los



análisis estadísticos se realizaron en el software estadístico Infostat versión estudiantil (2018).

### 3.5 EVALUACIÓN DE LA CARGA BACTERIANA DEL RÍO ILAVE

#### 3.5.1 Determinación de los coliformes totales

##### 3.5.1.1 Prueba presuntiva

Se inoculó con volúmenes de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml de agua en análisis a serie consecutiva de 9 tubos que contenían 9 ml de caldo lactosa, para el cual los 3 primeros tubos tenían una concentración doble de dicho caldo. Luego fueron incubados los tubos a una temperatura de 37 °C durante 24 – 48 horas previamente rotulados. En esta prueba, las actividades metabólicas de las bacterias fueron estimuladas vigorosamente y ocurrió una selección inicial de bacterias que fermentan la lactosa con producción de gas (Pascual y Calderón, 2000).

**Interpretación:** Si todos los tubos fueron negativos: el examen se dará por terminado, reportando la ausencia de coliformes totales en la muestra analizada. Todos aquellos tubos que resulten positivos para prueba presuntiva se anotaron convenientemente y se procedió a realizar la prueba confirmatoria para coliformes totales (Pascual y Calderón, 2000).

##### 3.5.1.2 Prueba confirmativa

Se transfirió a los tubos que contuvieron caldo verde brillante bilis un inóculo de cada tubo que dio positivo de la prueba presuntiva que después se incubó a 37 °C por 24 – 48 horas. La prueba disminuyó la probabilidad de tener falsos positivos que ocurre por el metabolismo de



bacterias formadoras de esporas. La formación de gas, la turbidez y la fermentación que se produce durante las 24 a 48 horas indicaron una prueba que confirmaba la presencia de coliformes. Los resultados se expresaron en términos de número más probable (NMP) de microorganismos (Pascual y Calderón, 2000).

**Interpretación:** Si se observa la presencia de turbidez y producción de gas en los tubos, la prueba se consideró positiva, debiendo anotar el número de tubos positivos, para posteriormente hacer el cálculo del NMP. Si en ninguno de los tubos se observó producción de gas, aun cuando se observe turbidez, se consideró negativo, estableciéndose el código 0, 0, 0 para efecto del cálculo del NMP (tabla del número más probable al 95 % de confiabilidad) (Pascual y Calderón, 2000).

### 3.5.2 Determinación de coliformes termotolerantes

#### 3.5.2.1 Prueba presuntiva

Se realizó el Test de Mackenzie. En la primera etapa se empezó realizando las diluciones seriadas (10-1,10-2,10-3) y por cada dilución se cogieron 3 tubos teniendo en total de 9 tubos, que luego se inocularon en caldo brilla verde brillante (CBVB) al 2 %, específico para cuantificar coliformes. Se agitó suavemente y se incubó a  $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, pasado el tiempo correspondiente, se anotaron el número de tubos con turbidez y producción de gas en los tubos Durham. Si luego de 24 horas todos los tubos resultaran positivos se confirmó con la prueba confirmatoria; caso contrario se debe esperar 48 horas para realizar la lectura final (Pascual y Calderón, 2000).



### **3.5.2.2 Prueba confirmatoria**

Se confirmó con la prueba de indol, donde a partir de los tubos positivos con presencia de producción de gas y de turbidez en la prueba preliminar de NMP para coliformes se transfirió a cada tubo cuatro asadas de cultivo al medio de caldo triptófano (Franco et al., 2013).

### **3.5.3 Análisis bioestadístico de datos**

Los datos obtenidos de los parámetros bacteriológicos fueron evaluados mediante un análisis de varianza y prueba de medias de Tukey (Daniel, 2011). Los análisis estadísticos se realizaron en el software estadístico Infostat versión estudiantil (2018).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, BICARBONATOS, SULFATOS, PH Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DEL RÍO ILAVE

**Tabla 2**

*Parámetros fisicoquímicos del río Ilave entre los puntos de muestreo Jarani y Chijichaya.*

Puntos de muestreo (PM)	Parámetros fisicoquímicos	Repeticiones (R)			Prom	CV (%)	ECA Cat. 3
		R - 1	R - 2	R - 3			
Jarani (PM-1)	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	659.00	642.00	604.00	635.00	4.43	<b>CE</b> D1: 2500 y D2: 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . <b>Bicarbonatos</b> D1: 518 mg/l y D2: NA. <b>Sulfatos</b> D1: 1000 mg/l y D2: 1000 mg/l. <b>pH</b> D1: 6.5-8.5 y D2: 6.5 – 8.4. <b>OD</b> D1: $\geq 4$ mg/l y D2: $\geq 5$ mg/l.
	Bicarbonatos (mg/l)	117.44	133.08	166.35	138.96	17.98	
	Sulfatos (mg/l)	120.00	124.00	146.00	130.00	10.77	
	pH	8.79	8.42	8.85	8.69	2.68	
	OD (mg/l)	8.00	8.30	8.30	8.2	2.11	
	DBO <sub>5</sub>	1.61	2.05	3.30	2.32	37.79	
A 100 m de Chijichaya (PM-2)	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	668.00	676.00	688.00	677.33	1.49	
	Bicarbonatos (mg/l)	144.17	133.06	155.26	144.16	7.70	
	Sulfatos (mg/l)	118.00	100.00	153.00	123.67	21.79	
	pH	8.48	8.35	8.36	8.40	0.86	
	OD (mg/l)	9.70	9.10	8.70	9.17	5.49	
	DBO <sub>5</sub>	0.60	3.30	6.05	3.32	82.16	

Puntos de muestreo (PM)	Parámetros físicoquímicos	Repeticiones (R)			Prom	CV (%)	ECA Cat. 3
		R - 1	R - 2	R - 3			
Chijichaya (PM-3)	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	668.00	659.00	667.00	664.67	0.74	<b>DBO<sub>5</sub> D1:</b> 15 mg/l y D2: 15 mg/l.
	Bicarbonatos (mg/l)	166.36	133.09	140.00	146.48	11.99	
	Sulfatos (mg/l)	124.00	108.00	110.00	114.00	7.65	
	pH	8.56	8.19	8.64	8.46	2.84	
	OD (mg/l)	8.30	8.30	8.00	8.20	2.11	
	DBO <sub>5</sub>	1.15	2.52	2.47	2.05	37.96	

Fuente: Elaboración propia.

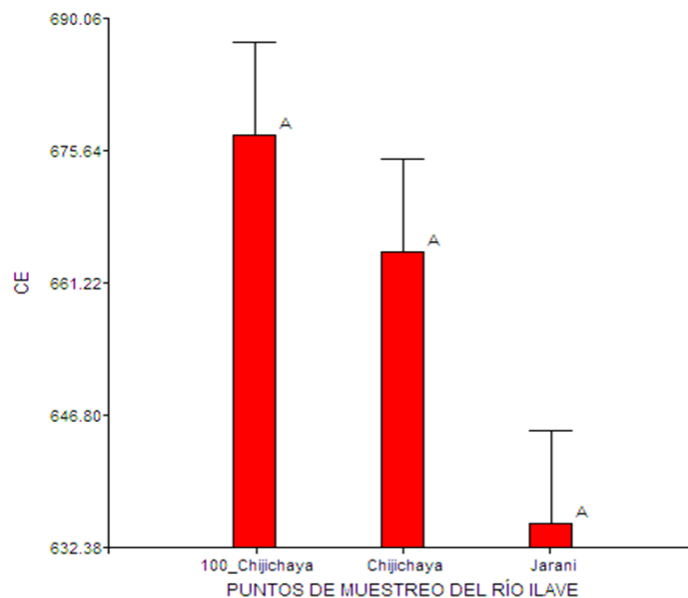
#### 4.1.1 Conductividad eléctrica

En la Tabla 2 se muestran los parámetros físicoquímicos del río Ilave, entre los puntos de muestreo Jarani y Chijichaya donde se realizó 3 repeticiones entre los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2022. En las jurisdicciones de Jarani (punto de muestreo 1 o PM - 1), a 100 m de Chijichaya (PM - 2) y Chijichaya (PM - 3), las muestras de agua presentaron promedios de conductividad eléctrica de 635.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 677.33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 664.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 4.43 %, 1.49 % y 0.74 %, indicando una dispersión baja con relación a sus promedios. Estos resultados se encuentran por debajo de los Estándares de calidad ambiental (ECAs) para agua, categoría 3 destinado al riego de vegetales (D1) con 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y bebida de animales (D2) con 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Luego de realizar el análisis de varianza, los valores de conductividad eléctrica no presentaron diferencia estadística

significativa ( $F=4.63$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.0609$ , Tabla 4 - Anexos) entre los tres puntos de muestreo (PM - 1, PM - 2 y PM - 3), tal como se observa en la Figura 2.

## Figura 2

*Promedios de valores de conductividad eléctrica entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P \geq 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de conductividad eléctrica tuvieron una media de 635.00, 677.33 y 664.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , evidenciándose estar por debajo de los ECAs para agua. Estos valores fueron menores a lo reportado por Carpio (2016), quien tomó muestras de agua del río Ilave, cuyos resultados fueron de 2017.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1616.33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Por otro lado, Zamora et al. (2008), registraron una conductividad eléctrica de 792  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , reporte que fue similar al resultado obtenido en la presente investigación. Asimismo, Donaires et al. (2005), manifestó valores de 1870  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para conductividad eléctrica que fueron obtenidos en muestras de agua de la bahía interior de Puno por lo que se afirma que estos valores superan los resultados que se tuvieron en el estudio.



Los valores de conductividad eléctrica en el estudio, presentaron promedios similares y estuvieron por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para agua, por lo que se puede afirmar que no existe contaminación del río Ilave por el procesamiento de la tunta, ya que contendría una cantidad mínima de sales disueltas, tal como lo mencionan Solis et al. (2018), es importante conocer que la solubilidad de las sales varía en relación a la temperatura por lo tanto cabe decir que la conductividad eléctrica se encuentra afectada por las variaciones de la temperatura. Al respecto, Carrera (2016) enfatiza que la conductividad está relacionada a la salinidad. El agua transmite electricidad debido a la cantidad de sales que están disueltas, por lo tanto, guardan una estrecha relación ambos parámetros (Fernández, 2020).

También es importante mencionar que el río Ilave en la jurisdicción de Chijichaya no se observa contaminación por aguas residuales además de realizar el procesamiento de la tunta o chuño blanco. Paredes (2013), menciona que la conductividad eléctrica, es capaz de variar de acuerdo a los distintos fenómenos existentes en la naturaleza o por acción del hombre, en el periodo de mezcla del agua, la conductividad suele ser hipolimnion porque pueden ser anóxicas, significando carencia de oxígeno, por otro lado, la conductividad suele presentar valores elevados en zonas que hay presencia de oxígeno por acción de la fotosíntesis. Asimismo, Zamora et al. (2007) confirman que los cuerpos acuáticos contaminados por aguas residuales domésticas pueden presentar valores de conductividad eléctrica muy bajos a causa de la presencia de lluvias, el cual sería responsable que el río se encuentre diluido o porque no existiría un vertido abundante de las aguas residuales.





#### 4.1.2 Concentración de bicarbonatos

En las jurisdicciones de Jarani (punto de muestreo 1 o PM - 1), a 100 m de Chijichaya (PM - 2) y Chijichaya (PM - 3), las muestras de agua mostraron promedios de bicarbonatos de 138.96 mg/l, 144.16 mg/l y 146.48 mg/l, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron los siguientes 17.98 %, 7.70 % y 11.99 %, indicando una dispersión baja para los PM - 2 y PM - 3 y una dispersión leve para el PM - 2 con relación a sus promedios. Estos resultados obtenidos están por debajo de los ECAs para agua categoría 3, destinado al riego de vegetales (D1) 518 mg/l y bebida de animales (D2) NA. Posterior a realizar el análisis de varianza, los valores de bicarbonato no presentaron diferencia estadística significativa ( $F=0.13$ ;  $gl=2$ ;  $p= 0.8833$ , Tabla 5 - Anexos) ya que el valor de ( $p > 0.05$ ) es mayor entre los tres puntos de muestreo (PM - 1, PM - 2 y PM - 3), tal como se observa en la Figura 3.

Sin embargo, Vilca (2011) en muestras de agua de la localidad de Vilque reportó valores de alcalinidad entre 61.18 mg/l y 55.97 mg/l, por tanto, se deduce que fueron inferiores a los resultados que se obtuvieron en la investigación. Por otro lado, Petro y Wees (2014), obtuvieron contenidos de alcalinidad entre 55.20 – 302.40 mg/l, valores que fueron mucho mayores a las cifras obtenidas en la investigación. Asimismo, Curo (2017) reportó que la alcalinidad en las muestras de agua del distrito de Coata (Puno) fue de 408.3 mg/l en Collana I y 264.4 mg/l en Collana II, valores que también fueron superiores a los obtenidos.

El contenido de bicarbonatos en los 3 puntos de muestreo de agua del río Ilave, jurisdicción de Chijichaya y Charani, estuvieron por debajo dos ECAs para agua, categoría 3 (D. S. N° 004-2017-MINAM), en ese sentido sería favorable su

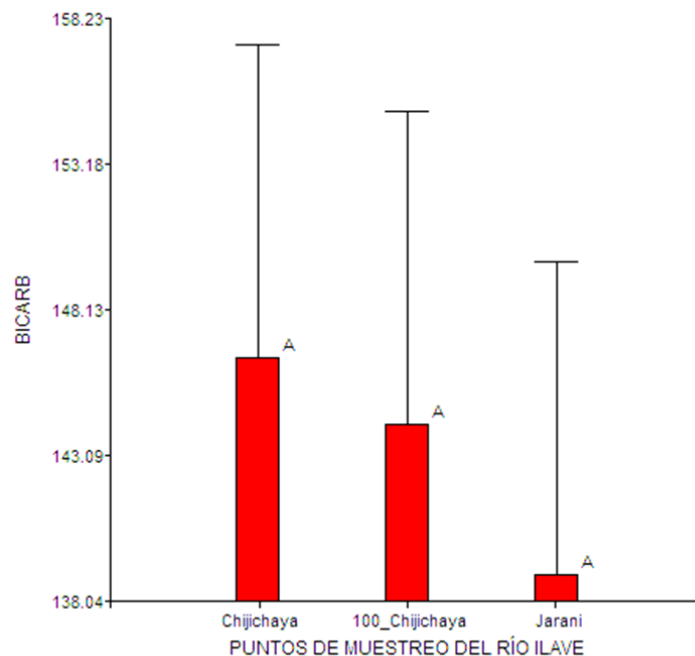


uso para el riego de vegetales, caso contrario si superaría originaría un efecto negativo en el crecimiento foliar originando quemaduras en las hojas debido al ingreso del bicarbonato a las plantas, que dañaría su metabolismo y como consecuencia un bajo índice foliar. Las muestras de agua que posean bicarbonatos disueltos disminuyen la producción de plantas y frutales, en razón que el pH del suelo se incrementaría excesivamente causando efectos negativos. Los carbonatos de calcio normalmente contribuyen a la alcalinidad de las aguas de riego, por tanto, son factores importantes a considerar su uso para el riego de plantas (Mamani, 2019).

Asimismo, la alcalinidad tiene la capacidad de neutralizar al agua de sustancias ácidas, debido a que representa contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (Beita 2008), los bicarbonatos están presentes en el agua bajo la forma de bicarbonatos de calcio, magnesio, sodio y potasio (Acevedo, 2020). La existencia de alcalinidad en aguas naturales mantiene el equilibrio iónico y prevenir propiedades corrosivas o incrustantes y debe mantenerse en niveles naturales característicos de la región, evitando cambios drásticos con el objetivo de salvaguardar la vida acuática (Beita, 2008).

### Figura 3

*Promedios de los valores de bicarbonatos entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P \geq 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

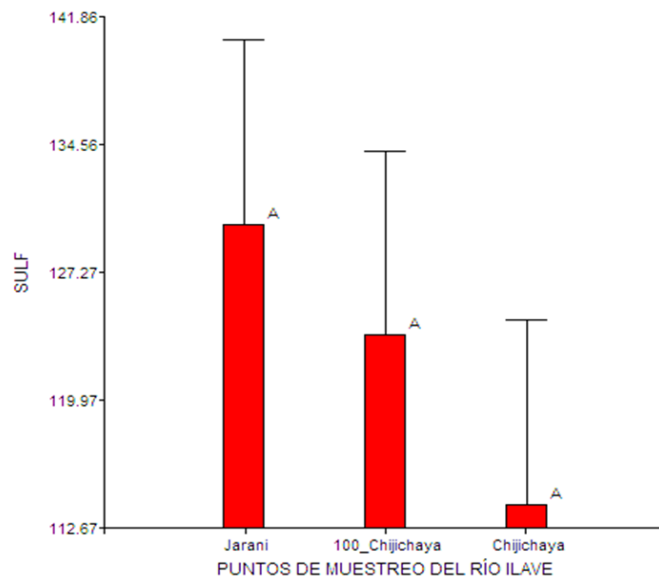
#### 4.1.3 Concentración de sulfatos

En las jurisdicciones de Jarani (punto de muestreo 1 o PM - 1), a 100 m de Chijichaya (PM - 2) y Chijichaya (PM - 3), las muestras de agua tuvieron promedios de sulfatos de 130.00 mg/l, 123.67 mg/l y 114.00 mg/l respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 10.77 %, 21.79 % y 7.65%, indicando una dispersión baja los PM - 1, PM - 3 y una dispersión leve para el PM - 2 con relación a sus promedios. Los resultados presentados se encuentran por debajo de los ECAs para agua categoría 3, destinado al riego de vegetales (D1) con 1000 mg/l y bebida de animales (D2) 1000 mg/l. Después de realizar el análisis de varianza, los valores de sulfato no presentaron diferencia

estadística significativa ( $F=0.59$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.5858$ ), tal como se muestra en la Tabla 6 (Anexos), debido a que el valor  $p > 0.05$  entre los tres puntos de muestreo (PM - 1, PM - 2 y PM - 3), mostrándose en la Figura 4.

#### Figura 4

*Promedios de los valores de sulfatos entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P \geq 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

Los valores de sulfato obtenidos en la presente investigación fueron 130.00 mg/l, 123.67 mg/l y 114.00 mg/l, respectivamente, evidenciándose estar por debajo de los ECAs, lo mismo fue reportado por Curo (2017) quien obtuvo valores de 132.7 mg/l en Collana I, siendo próximos a los valores obtenidos. Por otra parte, Calsín (2016) obtuvo un valor de sulfatos de 401.60 mg/l en las aguas subterráneas de Taparachi III (Juliaca) y Gonzáles et al. (2007), reportaron valores de 358.00 mg/l, estableciéndose que ambos autores tuvieron cifras que superaron a los resultados obtenidos en la presente investigación. No obstante, Salazar (2015), menciona en su investigación que los valores de sulfatos presentaron entre



65 mg/l – 90 mg/l, demostrándose que estos resultados son mucho menores a los que se adquirieron en la investigación.

Los promedios de sulfato en el río Ilave obtenidos en los 3 puntos de muestreo, Jarani, a 100 metros de Chijichaya y Chijichaya, no superaron la norma vigente, esto significa que la actividad antrópica afecta mínimamente en la contaminación del río, y que el procesamiento de la tunta o la contaminación fecal muy reducida (Fernández y Fernández, 2007). Los niveles de sulfatos presentes en el río Ilave, tendrían un origen debido a la presencia de restos de yesos, y el bajo vertimiento de aguas residuales, en tal sentido, no llegaría a ocasionar complicaciones en el agua potable para el consumo humano; sin embargo, los contenidos superiores a 300 mg/l de sulfatos, serían capaces de originar trastornos gastrointestinales en niños (Wilson et al., 2007).

Las bajas concentraciones de sulfatos en el agua, procederían de las precipitaciones fluviales, debido a la presencia de ácido sulfúrico que se encuentra presente en la atmósfera (Arboleda, 2000). Las altas concentraciones de organismos fitoplanctónicos, pueden estar presentes en zonas anaeróbicas gracias a la descomposición de materia orgánica, donde las bacterias afines al sulfato se activan (Aguilera et al., 2010), formando sulfuro de hidrógeno, originando un olor desagradable y tóxico que son eliminados por estos organismos (Guevara y Ortiz, 2009).

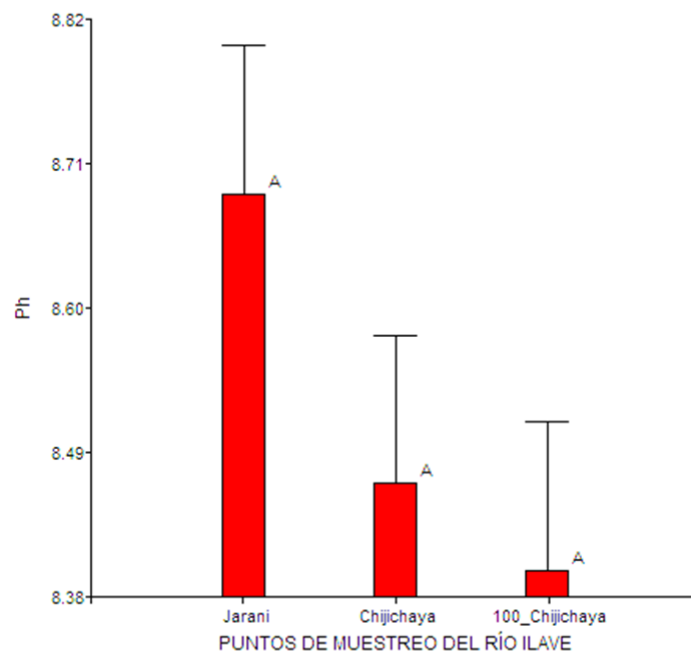
#### **4.1.4 Valores de pH**

En los puntos de muestreo PM - 1, PM - 2 y PM - 3, las muestras de agua presentaron promedios de pH de 8.69, 8.40 y 8.46, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 2.68 %, 0.86 % y 2.84 %, indicando una

dispersión baja con relación a sus promedios. Estos resultados obtenidos en el PM - 1 y PM - 3 estuvieron por encima de los ECAs para agua categoría 3, destinado al riego de vegetales (D1): 6.5 - 8.5 y bebida de animales (D2) con (D2): 6.5 – 8.4.; mientras que en el PM - 2 estuvo dentro de los rangos referenciales. Luego de realizar el análisis de varianza, los valores pH no presentaron diferencia estadística significativa ( $F=1.77$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.2483$ , Tabla 7 – Anexos) ya que el valor de  $p > 0.05$  entre los tres puntos de muestreo (PM – 1, PM – 2 y PM - 3), tal como se visualiza en la Figura 5.

### Figura 5

*Promedios de los valores de pH entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P \geq 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para el parámetro de pH fueron de 8.69, 8.40 y 8.46 en los distintos puntos de muestreo, siendo mayores en el PM – 1 y PM – 3, los cuales



se encontraron por encima de los ECAs. Al respecto, Salas y Condorhuamán (2008) obtuvieron en su investigación valores promedio de pH 7.2, siendo inferiores a los obtenidos en la investigación. Asimismo, Zhen (2009), reportó valores de pH entre 4.7 y 6.5 en el agua de la microcuenca Quebrada Victoria, los que estuvieron por debajo de los rangos referenciales (ECAs), de similar forma, Quispe (2017), determinó cifras de pH entre 7.22 y 8.20 en muestras de manantiales, los cuales se encontraron dentro de los rangos referenciales diferenciándose con los resultados obtenidos en esta investigación.

Carpio (2016), indica que los valores promedio de pH determinados en los puntos de muestreo de los ríos Ramis, Coata, Zapatilla, Huancané e Ilave variaron entre 7.12 y 8.14 unidades, siendo el mayor pH en el río Zapatilla con 8.5 y el menor pH en el río Huancané con 7.4 unidades, estos resultados fueron inferiores a los obtenidos en la presente investigación. La variable pH representa la cuantificación de iones de hidrógeno presentes en un cuerpo acuático, donde los valores menores y mayores a 6 a 9 unidades, respectivamente, pueden ser perjudiciales para las formas de vida en un ambiente acuático, y que las variaciones de pH podrían llegar a ocasionar perturbaciones a nivel celular y ulteriormente degradar la flora y fauna acuática, por lo que es un parámetros fundamental para entender e interpretar la salud de los ecosistemas acuáticos (Álvarez y Amancio 2014).

#### **4.1.5 Concentración de oxígeno disuelto**

En los puntos de muestreo PM - 1, PM - 2 y PM - 3, las muestras de agua presentaron promedios de oxígeno disuelto (OD) de 8.20 mg/l, 9.17 mg/l, 8.20 mg/l, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 2.11 %, 5.49 %



y 2.11 %, indicando una dispersión baja con respecto a sus promedios. Estos resultados se encuentran dentro de los ECAs para agua categoría 3, destinado al riego de vegetales (D1)  $\geq 4$  mg/l y bebida de animales (D2)  $\geq 5$  mg/l. Luego del análisis de varianza, los valores de oxígeno disuelto presentaron una diferencia estadística significativa (F= 8.95; gl=2; P=0.0158, Tabla 8 - Anexos) ya que el valor de p fue menor a 0.05. La prueba de Tukey estableció que en el PM – 2 se encontró la mayor media (9.17 mg/l) a diferencia del PM – 1 y la PM – 3 que fueron menores, tal como se observa en la Figura 6.

Los promedios del oxígeno disuelto en los 3 puntos de muestreo (río Ilave, jurisdicciones de Chijichaya y Charani), estuvieron dentro de los ECAs para agua categoría 3, en contraste Carpio (2016) refiere promedios de oxígeno disuelto de 7.5 mg/l en el río Zapatilla, en el río Huancané 4.0 mg/l, siendo superados por los valores obtenidos en la actual investigación, los valores de oxígeno disuelto por debajo de los ECAs, representan la carencia de contaminación por materia orgánica o por aguas residuales domésticas, el cual incrementaría los recuentos de bacterias patógenas, quienes se encargan de consumir el oxígeno presente en el agua. Mientras es mayor el consumo de oxígeno por los organismos heterótrofos, el ritmo de re – oxigenación del agua es mayor.

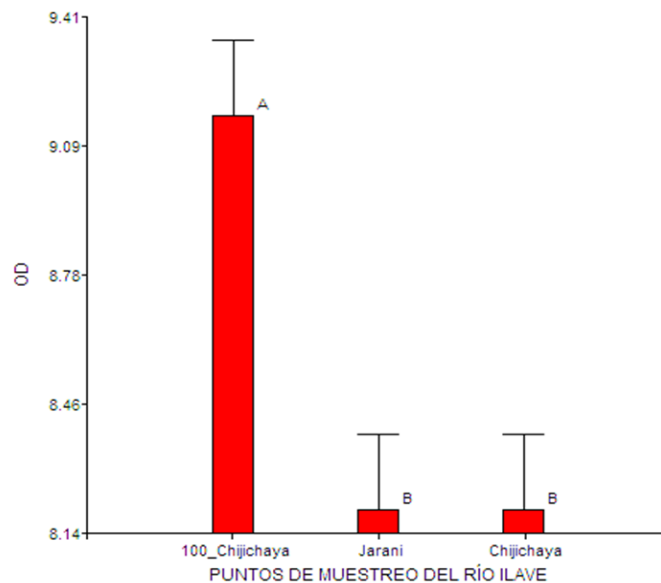
Así mismo las descargas de aguas contaminadas causan efectos negativos en el ecosistema acuático y en la salud de las personas quienes hacen uso del agua en sus diferentes actividades domésticas. Betancourt et al. (2009), afirman que la temperatura y el oxígeno disuelto se encuentran asociados y forma parte de los parámetros de importancia en los medios acuáticos debido a que influyen en los procesos vitales de los organismos. Así también revela que si un cuerpo de agua tiene o necesita de oxígeno establece la transformación de los metales en



compuestos orgánicos originando formas químicas tóxicas para los seres vivos (Chulgoo et al. 2006).

### Figura 6

*Promedios de los valores de oxígeno disuelto entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P < 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.6 Valores de la demanda bioquímica de oxígeno

En los puntos de muestreo PM – 1, PM – 2 y PM – 3, las muestras de agua registraron promedios para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de 2.32 mg/l, 3.32 mg/l y 2.05 mg/l, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 4.43 %, 1.49 % y 0.74 %, manifestando una dispersión baja. Los resultados que se tuvieron están por debajo de los ECAs para agua categoría 3, destinado al riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2) ambos con 15 mg/l. Posterior a realizar el análisis de varianza, los valores DBO5 no presentaron diferencia



estadística significativa ( $F=0.46$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.6535$ , Tabla 9 - Anexos) porque el valor de  $p$  fue mayor 0.05 entre los tres puntos de muestreo (Figura 7).

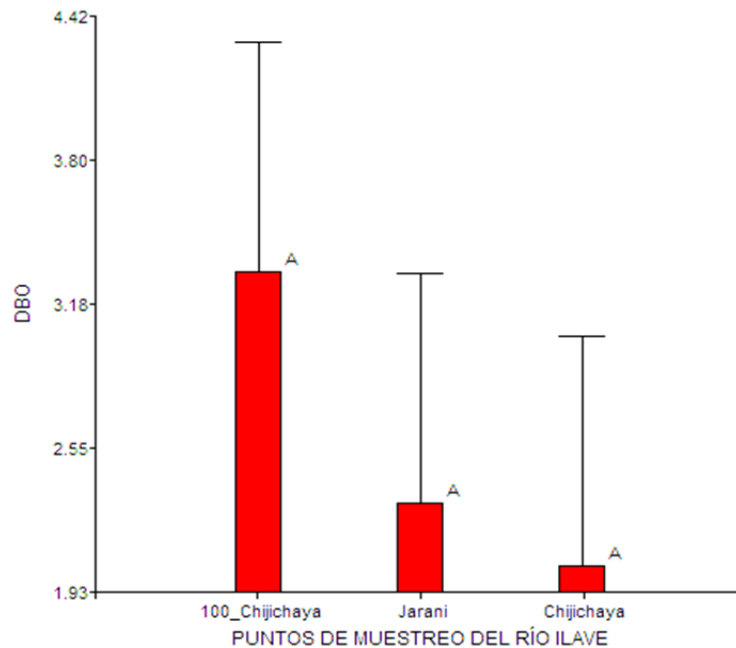
Los resultados que se obtuvieron para la  $DBO_5$  se encontraron por debajo de los ECAs con cifras promedios de 2.32 mg/l, 3.32 mg/l y 2.05 mg/l, siendo diferentes a los resultados reportados por CARDER (2001) quien reportó en su investigación valores de  $DBO_5$  con un valor de 32000 mg/l en los vertimientos líquidos en la localidad de Pereira. Asimismo, Salas y Condorhuamán (2008), indican que el  $DBO_5$  fue de 9300 mg/l, de similar manera el MINAM y SAC (2002), reportaron cifras de  $DBO_5$  con un valor de 2927.5 mg/l, por lo que podemos afirmar que todos los autores mencionados obtuvieron resultados superiores a los obtenidos en el estudio, superando ampliamente las normas ECAs para agua.

En la investigación se obtuvieron niveles de  $DBO_5$  muy bajos, siendo el mayor 6.05 mg/l, dando indicios de una posible contaminación, mientras tanto las demás evaluaciones son inferiores. Estas bajas cifras de la  $DBO_5$  se deberían probablemente a que el muestreo se realizó en un momento en que la turbulencia fue baja, asimismo las muestras fueron colectadas en los 10 a 15 cm de profundidad o que los probables residuos producto de la obtención de la tunta o chuño blanco se hayan sedimentado a mayor profundidad, por lo que presumiblemente la contaminación se presentaría en la región bentónica del cuerpo de agua. Por otro lado, Lara (2011), reportó valores de  $DBO_5$  igual a 265 mg/l en el agua residual del camal municipal en Ambato (Ecuador), Koech et al. (2012), registró valores de 80.9 mg/l de  $DBO_5$  en efluentes del matadero de Dagoretti (Kenia), mientras que, en aguas residuales, Niño (2015), determinó 3366 mg/l. Estos antecedentes ayudan a afirmar que las aguas residuales

domésticas o de alguna actividad antrópica como los camales se constituirían en importantes fuentes de contaminación e incremento de los valores de DBO<sub>5</sub>.

### Figura 7

*Promedios de los valores de demanda bioquímica de oxígeno entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P \geq 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, Salas y Condorhuamán (2008), determinaron que los residuos líquidos que poseen materia orgánica como sangre, rumen, pelos, grasas y proteínas, originan el incremento de la DBO<sub>5</sub>, los nutrientes, los sólidos en suspensión, las grasas y los aceites, entre otros componentes. Para la degradación y posterior mitigación de la materia orgánica se requiere de oxígeno en un curso de agua, la alta concentración de material orgánico impulsa el crecimiento de bacterias y hongos, y el oxígeno que utilizan para realizar la oxidación del materia orgánico, consume todo el oxígeno que la fauna y flora acuática necesita para su sobrevivencia, por tanto el incremento de la DBO<sub>5</sub> afecta al ecosistema, alterando

los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, así como la elevación del pH, culminando en la desaparición de especies vegetales y animales (Raffo y Ruíz, 2014).

#### 4.2 CARGA BACTERIANA DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL RÍO ILAVE

**Tabla 3**

*Parámetros bacterianos del río Ilave entre los puntos de muestreo Jarani y Chijichaya.*

Puntos de muestreo	Parámetros bacterianos (NMP/100 ml)	Repeticiones			Prom	CV (%)	ECA Cat. 3
		R-1	R-2	R-3			
Jarani (PM-1)	Coliformes totales	1100	1400	1100	1200.00	14.43	<b>Coliformes totales D1:</b> 1000 – 2000 NMP/100 ml; D2: 1000 NMP/100 ml.
	Coliformes termotolerantes	15	45	20	26.67	60.27	
A 100 m de Chijichaya (PM-2)	Coliformes totales	95	250	200	181.67	43.55	<b>Coliformes termotolerantes D1:</b> 1000 NMP/100 ml (D2, no aplica).
	Coliformes termotolerantes	11	30	20	20.33	46.74	
Chijichaya (PM-3)	Coliformes totales	150	150	150	150.00	0.00	
	Coliformes termotolerantes	75	11	11	32.33	114.28	

Donde: R = repetición; Prom = promedio; PM = punto de muestreo; NMP/100 ml = número más probable por 100 ml.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.1 Recuento de coliformes totales

En la Tabla 2 se observa los parámetros bacterianos del río Ilave entre los puntos de muestreo Jarani (PM – 1), a 100 m de Chijichaya (PM – 2) y Chijichaya (PM – 3) el cual realizaron 3 repeticiones durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2022. En los PM – 1, PM – 2 y PM – 3, las muestras de agua para coliformes totales fueron de 1200 NMP/100 ml, 181.67 NMP/100 ml y 150.00 NMP/100 ml, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 14.43 %, 43.55% y 0.00%, indicando una dispersión baja para el PM – 1, PM – 2 y una dispersión alta para PM – 3. Los resultados muestran que están por debajo de los ECAs para agua categoría 3, destinado al riego de vegetales (D1) con 1000 – 2000 NMP/100 ml y bebida de animales (D2) 1000 NMP/100 ml. Los resultados del análisis de varianza, indican que los recuentos bacterianos no presentaron diferencia estadística significativa ( $F=88.55$ ;  $gl=2$ ;  $p= 0.0001$ , Tabla 10 – Anexos), dado que el valor de P fue menor a 0.05, a continuación, la prueba de Tukey confirma que el PM – 1 presentó la mayor media (1200.00 NMP/ml) para coliformes totales a diferencia del PM – 2 con 181.67 NMP/100 ml y el PM – 3 con una media 150.00 NMP/100 ml).

En la presente investigación se obtuvieron los datos para coliformes totales, que fueron de 1200, 181.67 y 150.00 NMP/100 ml respectivamente, realizado en los 3 puntos de muestreo, se encontraron por debajo de las normas ECAs establecidos; sin embargo, Quispe (2010) menciona en la localidad de Aplao (Arequipa) valores para coliformes totales con recuentos entre 4200 NMP/100 ml, siendo mayores a los obtenidos en la presente investigación; por otro lado, Oruna (2010) menciona que, en las muestras de agua en Puno, presentaron valores de coliformes con un rango de 0 – 200 NMP/100 ml, valor

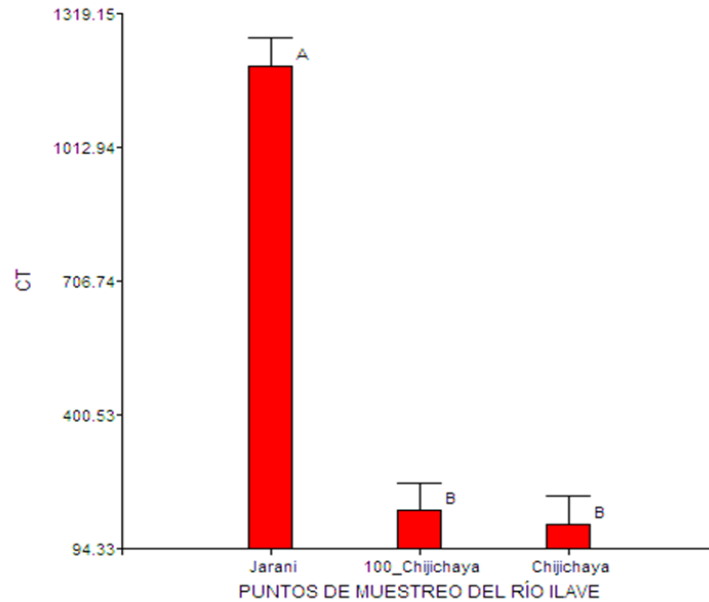


que es casi similar con los resultados presentes, no obstante Cava y Ramos (2016), realizaron el análisis microbiológico del agua del distrito de Pacora, reportando recuentos de coliformes totales de 30 – 50 UFC/100 ml, siendo menores a los valores obtenidos en el presente estudio.

Los promedios de recuentos de coliformes totales en las muestras de agua del río Ilave, en el PM – 1 se tuvo un valor de 1200 NMP/100 ml, encontrándose sobre los valores recomendados en los ECAs para aguas, bebida de animales (D2) ya que el valor referencial fue de 1000 NMP/100 ml, con ello se logra afirmar que existe una ligera contaminación fecal en Jarani (PM – 1), a diferencia de los puntos a 100 m de Chijichaya (PM – 2), Chijichaya (PM – 3) que presentaron valores por debajo de la norma vigente, con todo ello se afirma que durante el procesamiento del chuño blanco o tunta se vendría introduciendo al agua materia orgánica desde la actividad antrópica, ya que al momento de pasar la papa a la etapa de deshidratación por efecto de la helada, éstas son extendidas en el suelo, donde podría encontrarse materia de origen fecal ya sea de animales rumiantes como vacunos u ovinos.

### Figura 8

*Promedios de los recuentos de coliformes totales entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P < 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.

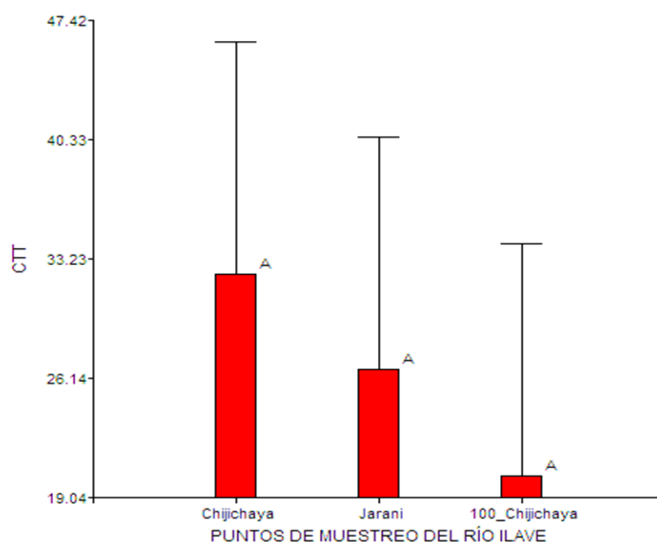
Según Sierra (2011), la presencia de coliformes totales indica que en el cuerpo de agua está siendo contaminada con materia fecal por los humanos y animales, que estas pueden estar presente en las tuberías de desagüe o en los alcantarillados; asimismo, Romero (2009) refiere que las coliformes provienen de animales de sangre caliente, y de aquellos que poseen sangre fría y por último se encuentran en el suelo; de este modo contaminación en las aguas superficiales. La contaminación por coliformes muestra la ocurrencia de polución fecal y por consiguiente la contaminación del agua con organismos patógenos (Ramírez et al., 2009).

#### 4.2.2 Recuento de coliformes termotolerantes

En la Tabla 2, para los puntos de muestreo PM – 1, PM – 2 y PM – 3, las muestras de agua manifestaron promedios de coliformes termotolerantes 26.67 NMP/ml, 20.33 NMP/ml, 32.33 NMP/ml respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 60.27 %, 46.74 % y 114.28 %, observándose una dispersión alta para los tres puntos de muestreo con respecto a sus promedios. Los resultados que se alcanzaron, se encuentran por debajo de los Estándares de calidad ambiental (ECAs) para agua, categoría 3 destinado al riego de vegetales (D1) 1000 – 2000 NMP/100 ml y bebida de animales (D2) con 1000 NMP/100 ml. Posterior a realizar el análisis de varianza, los valores de coliformes termotolerantes no presentaron diferencia estadística significativa ( $F=0.19$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.8324$ , Tabla 11 - Anexos) puesto que el valor de P resultó mayor al 0.05, entre los tres puntos de muestreo, tal como se presenta en la Figura 9.

#### Figura 9

*Promedios de los recuentos de coliformes termotolerantes entre puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya (Tukey,  $P \geq 0.05$ ).*



Fuente: Elaboración propia.





En la presente investigación se obtuvieron los datos para coliformes termotolerantes de 1200.00, 181.67 y 150.00 NMP/100 ml, lo que indica que estuvieron por debajo de las normas ECAs, no obstante, Pari (2017) menciona que en el río Ilave los valores de coliformes termotolerantes, fueron de 3200 NMP/100 ml cifra que fue mayor en comparación a los resultados obtenidos. Los valores de coliformes termotolerantes en la investigación resultaron estar por debajo de los ECAs para aguas categoría 3, con ello se aprecia que el río Ilave no posee una elevada contaminación fecal, ni por el procesamiento de la tunta, tal como menciona Baccaro et al. (2006), quienes explican que la presencia de coliformes fecales manifiestan la existencia de microorganismos entéricos que pueden ser patógenos y de importancia clínica además reitera que a mayor crecimiento de coliformes fecales, mayor es la probabilidad de que los microorganismos causantes de enfermedades estén presentes en el agua.

Una muestra de agua que resulta positiva a coliformes termotolerantes es debido a la presencia de animales, letrinas, vertido de aguas residuales domésticas (Quispe, 2005; Fernández y Fernández, 2007). Por otra parte, Vilca (2011), recalca que la presencia de coliformes tiene un riesgo potencial para aquellos que consumen el agua ya que pueden contraer enfermedades diarreicas, gastrointestinales, en caso de que no realicen el proceso de desinfección.



## V. CONCLUSIONES

- Los valores de conductividad eléctrica, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, pH y oxígeno disuelto del río Ilave en la jurisdicción del centro poblado de Chijichaya, cumplen con los valores referenciales emanados y recomendados en las normas ECAs para agua categoría 3 (D. S. N° 001-2017-MINAM).
- La carga bacteriana de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* del río Ilave en la jurisdicción del centro poblado de Chijichaya, superan las normas ECAs para agua categoría 3 (D. S. N° 001-2017-MINAM).



## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios fisicoquímicos de los sedimentos de los ríos con fines de determinar contaminantes acumulados en los últimos años.
- Realizar estudios de fisicoquímicos a los residuos líquidos procedentes de la producción de chuño negro, previo a la producción de chuño blanco o tunta.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A. (2014). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico provincia de Yarowilca, región Huánuco. Tesis de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 72 p.
- Aguilera, I., Pérez, R. y Marañon, A. (2010). Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método. Cuba: Rev. Cub. Qca. Vol. 22 (3).
- Alí, A., Nisar H., y Akber H. (2010). The Slaughter House Waste Management. Hydro Nepal, Issue N° 7, Pakistán.
- Álvarez, C. y Suarez, J. (2006). Tratamiento Biológico del lixiviado generado en el Relleno Sanitario “El Guayabal” de la ciudad de San José de Cucuta. Revista Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. Vol. 20: 95 – 105.
- Álvarez, F. (2010). Las aguas residuales provenientes del faenamiento en el camal municipal Salcedo y su incidencia en la contaminación del río Cutuchi. Tesis de Maestría en Producción Más Limpia. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Bioquímica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador. 225 p. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1774/1/MSc.%206.pdf>.
- ANA y MINAGRI, Autoridad Nacional del Agua y Ministerio de Agricultura y riego. (2016). Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010 -2016-ANA). Lima – Perú. 92 p. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf).
- APHA, American Public Health Association. (2005). Standars Methods for Examination of Water and Waste Water. 21th edition. Washington D. C.
- Arboleda, J. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua. Colombia: Ed. McGraw Hill. p. 31.



- Baccaro, K., Degorgue, M., Lucca, M., Picone, L., Zamuner, E. y Ancheoli, Y. (2006). Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar de Plata. *Rev. Investigaciones Agropecuarias*. Argentina. Vol. 35, No. 3.
- Betancourt, C., Suarez, R. y Toledo, L. (2009). Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y químicas en el embalse Paso Bonito, Cienfuego, Cuba. *Rev. Limnética*.
- Calsin, K. (2016). Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno – 2016. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 64 p.
- CARDER, Corporación Autónoma Regional del Risaralda. (2001). Informe de Caracterización de Aguas Residuales – Matadero Municipal de Marsella, Risaralda. Pereira. p. 1.
- Carpio, B. (2016). Contaminación por metales pesados en macrófitas de los principales ríos tributarios del lago Titicaca. Tesis de Doctoris Scientiae en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 157 p.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6241>.
- Casal, J. y Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev.* Vol. 1: 3 – 7.
- Castillo, E. y Rangel R. (2012). Calidad del agua asociada a desechos de mataderos. Caso: microcuenca La Chareveca, Mpio. Cárdenas, estado Táchira. *Revista Geoenseñanza*. Vol. 17(2): 49–65.
- Cava, T. y Ramos F. (2016). Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento. Tesis para optar el título profesional, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque – Perú. 161 p.
- CMPRALTA, Comisión Multisectorial para la Prevención y Recuperación Ambiental del Lago Titicaca y sus Afluentes. (2014). Estado de la Calidad Ambiental de la



- Cuenca del Lago Titicaca Ambito Peruano. D. S. N° 075-2013-PCM.  
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4549>.
- Chulgoo, K., Nishimura, Y. y Nagata, T. (2006). Role of dissolved organic matter in hypolimnetic mineralization of carbon and nitrogen in large, monomictic lake. *Limnology and Oceanography*. Vol. 5(1), 70 – 78 p.
- Collazos, J. (2008). *Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales*. Bogotá - Colombia: Cátedra Internacional Universitaria.
- Cun, M. y Álvarez C. (2017). Estudio de impacto ambiental de un camal municipal urbano en la provincia de El Oro. Ecuador. Universidad Técnica de Machala. Conference Proceedings.- Vol. 1 (1).  
<http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/135/114>.
- Curasi, L. (2010). Evaluación de la calidad de agua subterránea con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno. Tesis para optar el título profesional, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Puno - Perú. 172 p.
- Curo M. (2017). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno, 2016. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. 99 p.
- Daniel W. (2011). *Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud*. Editorial Limusa Wiley. México. 755 p.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. Normas Legales. Diario Oficial El Peruano. Miércoles 7 de junio de 2017. Lima Perú. 10 p.
- Doria, C., Daza, A., Deluque, H., López, A. y Serna, J. (2009). Caracterización físico – química y microbiológica de las aguas de reservorios en los resguardos indígenas localizados en la zona de influencia del Complejo Carbonífero Carrejón, La Guarija – Colombia. Territorios semiáridos del Caribe y Fundación Carrejón para el agua en la Guarija.



- Donaires, T., Zamalloa, W. y Salas, M. (2005). El lago Titicaca: síntesis del conocimiento actual. Conferencia Internacional: Usos múltiples del agua para la vida y el desarrollo sostenible.
- EOI, Escuela Organización Industrial. (2008). Los vertidos de los mataderos e industrias cárnicas. Máster Profesional en Ingeniería y Gestión Medio Ambiental. 20 p.
- Fernández, M. y Fernández, O. (2007). Evaluación de la calidad físico – química y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa. Rev. de Minería y Geología. Vol. 23 (4).
- Franco, P., Ramírez L., Orozco M. & López L. (2013). Determinación de Escherichia coli e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 10 (1): 91-100.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a09.pdf>.
- Gobierno Regional de Puno (2012). Diagnóstico Ambiental Regional (DAR) de Puno. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Puno – Perú. 185 p. <https://regionpuno.gob.pe/descargas/planes/diagnosticos/2013-Diagnostico-Ambiental-Gerencia-Regional-Recursos-Naturales-Gestion-Medio-Ambiente.pdf>.
- González, Y., García, O., Infante, A., Rodríguez, N., Martín, A., Beltrán, J. y Chanquet, M. (2005). Situación actual de la producción de lixiviados en los vertederos provinciales de la ciudad de La Habana. Impacto ambiental y propuestas de sistemas de tratamiento. Rev. Electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Vol. 5(9).
- González, O., Aguirre, J., Saugar, G., Orozco, L., Álvarez, G., Palacios, K. & Guevara, O. (2007). Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural nor este del municipio de León, Nicaragua. Rev. Universitas, Vol. 1 (1).
- Guevara, P. y Ortiz, M. (2009). Adaptación a microescala del método potenciométrico con electrodo ión selectivo para la cuantificación de fluoruro. México. Rev. Int. Contam. Ambient. Vol. 25 (2).



- Guzmán, G. (2011). Evaluación espacio temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México. México: Rev. Int. Contam. Ambient. Vol. 27 (2).
- Hernández R., Fernández C. & Baptista M. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 600 p.
- Him, J., Arena E. y Bósquez K. (2019). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Santa María en las inmediaciones del reservorio de agua del acueducto de Santiago, Veraguas. Rev. Tecnociencia. Vol. 21 (2).
- Koech, H., Ogedi G. y Kipkemboi J. (2012). Status of Treated SlaughterHouse Efluent and its Effects on the Physico-Chemical Characteristics of Surface Water in Kavuthi Stream. Dagoretti-Kenya. Research Journal of Environmental and Earth Sciences, Kenia.
- Laines, J., Goñi J., Adams, R. y Camacho, W. (2008). Mezclas con potencial coagulante para tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario. Revista Interciencia.
- Lara, E. (2011). Las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Baños y su incidencia en la contaminación del rio Pataza en la provincia de Tungurahua. Tesis de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 193 p.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1611/1/Tesis%20587%20-%20Lara%20Villac%20c3%ads%20Ligia%20Elena.pdf>.
- Mamani, M. (2019). Parámetros fisicoquímicos, metales pesados (As y Pb), bacteriológicos y alternativas de saneamiento ambiental de fuentes de agua de la comunidad Suches, distrito Caracoto, provincia San Román, región Puno, 2018. Tesis de Magíster Scientiae. Maestría en Ecología, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 115 p.
- Méndez, R., Cachón, E., Sauri, M. y Castillo, E. (2002). Influencia del material de cubierta en la composición de los lixiviados de un relleno sanitario. Revista Ingeniería. Vol. 6 (2): 7 – 12.
- MINAM Y SAC, Ministerio del Ambiente & Sociedad de Agricultores de Colombia. (2002). Guía ambiental para las plantas de beneficio del ganado. Bogotá.





- Mullisaca, E. (2013). Evaluar el contenido de mercurio en agua y sedimentos en el río Azángaro y su efecto en los pobladores de Progreso en el año 2012. Tesis de Magíster Scientiae en Tecnologías de Protección Ambiental. Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Muñoz, H., Suárez J., Vera A., Orozco S., Batlle J., Ortiz A. y Mendiola J. (2012). Demanda bioquímica de oxígeno y población en la cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México. Rev. Int. Contam. Ambie. Vol. 28 (1): 27-38. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n1/v28n1a3.pdf>.
- Niño, C. (2015). Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 para el matadero municipal de la ciudad de Lambayeque. Tesis de Ingeniero Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo – Perú. 211 p. <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/496>.
- Orozco, C., Pérez, A., González, M., Rodríguez, F. y Alfayate, J. (2005). Contaminación ambiental. Una visión desde la química. España: Ed. Thomson.
- Oruna, C. (2010). Calidad bacteriológica, física – química del agua potable de la ciudad de Puno. Puno – Perú: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano.
- Paredes, A. (2013). Calidad fisicoquímica y biológica de agua en la zona de captación Chimu, del lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno. Tesis de Licenciatura. Escuela Profesional de Biología, Universidad Nacional del Altiplano. Puno. 119 p.
- Pari, J. (2017). Determinación de la calidad de agua del río Ilave, zona urbana del distrito de Ilave, Puno – 2016. Tesis de Ing. Ambiental. Facultad de Ciencias, Universidad Privada San Carlos. Puno – Perú. 131 p.
- Pascual M. & Calderón V. (2000). Microbiología Alimentaria. Metodología para alimentos y bebidas. Segunda edición. Editorial Díaz de Santos. Madrid – España.
- Petro, A. y Wees, T. (2014). Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de municipio de Tubarco – Bolívar, Caribe Colombia. Tesis para optar el



- Título de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Colombia. 95 p.
- Primo, O. (2008). Mejoras en el tratamiento de lixiviados del vertedero de RSU mediante procesos de oxidación avanzada. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicaciones. Dpto. de Ingeniería Química y Química Inorgánica. Universidad de Cantabria. Cantabria. 309 p.
- Quinteros, D. y Herrera, I. (2009). Microbiología de aguas subterráneas en la región sur del municipio de Valledupar – Cesar – Colombia. Tesis para optar el Título de Microbiólogo. Facultad de Ciencias de la Salud, Programa Microbiología de la Universidad Popular del Cesar. 75 p.
- Quispe, G. (2005). Análisis de las fuentes de agua y su conservación domiciliaria en una población de Sumampa; relación con el brote de Hepatitis A. Revista de la Facultad de Medicina. Vol. 6, Suplemento No. 1.
- Quispe, H. (2010). Componentes físico – químicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en aguas de consumo humano de la Ciudad de Aplao, Valle de Majes, Arequipa. Puno – Perú: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano.
- Quispe, D. (2017). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del distrito de San Rosa – Melgar. Tesis de Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 85 p.  
<http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5562/>.
- Raffo, E. y Ruíz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. Revista Industrial Data. Vol. 7 (1): 71-80.  
<https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>.
- Ramírez, E., Robles, E., Sainz, G., Ayala, R. y Campoy, E. (2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. Rev. Int. Contam. Ambient. Vol. 5 (4).
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales. Autoridad Nacional del Agua. Lima – Perú. 32 p.



- Robles, M., Morales, Y. y Piña, B. (2001). Medición de pH y cuantificación de metales pesados en los lixiviados del relleno sanitario más grande de la zona Metropolitana de la ciudad de México. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) – Instituto Politécnico Nacional (IPN). Revista UCIENCIA. Vol. 27 (2): 121 – 132.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá – Colombia. 483 p.
- Ruiz, S. (2011). Plan de gestión de residuos del camal del Cantón Antonio Ante. Tesis de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador. 157 p.
- Salas, G. y Condorhuamán C. (2008). Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 11(1): 29–35. <file:///C:/Users/hp/Downloads/4885-Texto%20del%20art%C3%ADculo-16554-1-10-20140312.pdf>.
- Salazar, M. (2015). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua, en el sistema de abastecimiento para consumo humano, en la ciudad de Juliaca – 2014. Tesis para optar el título de Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 96 p.
- Santiago, E. y Vignati, A. (2009). Determinación del estado trófico y de la capacidad de carga del embalse Casa de Piedra. Bioscribia.
- Severiche, C., Castillo, M. & Acevedo R. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. Editado por la Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumed.net. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/1326.pdf>.
- Sierra, R. (2011). Calidad de agua. Primera edición. Editorial Ediciones de la U. Bogotá – Colombia, 457 p.
- Signorini, M., Civit S., Bonilla M., Cervantes M., Calderón M., Pérez A. et al. (2006). Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales. México. Fecha de revisión: 21 abril del 2018.



[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/154388/Evaluacion de riesgos de los rastros y mataderos municipales.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/154388/Evaluacion_de_riesgos_de_los_rastros_y_mataderos_municipales.pdf).

- Soto Y. (2013). Calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno – 2012. Tesis de Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano.
- Torres, J. (2008). Análisis de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Motagua en diez puntos de muestreo ubicados en su cauce principal. Proyecto de Investigación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 27 p.  
<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidos2008/INF-2008-033.pdf>.
- Vilca, C. (2011). Calidad Bacteriológica y Físico – química del agua de consumo humano en la localidad de Vilque. Puno – Perú: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano.
- Wilson, D., Fernández, A. y Zayas, Y. (2007). Desarrollo y validación de un método de valoración anemométrica para la determinación del ion sulfato en muestras de aguas naturales y residuales. Cuba: Rev. Cub. Qca. Vol. 19 (2).
- Zamora, G., Salas, A. y Rodríguez, E. (2007). Evaluación Ambiental del Lago Poopó y sus tributarios. Universidad Técnica de Oruro. Minig Consulting & Ingeneering S. R. L. Fundación para el Desarrollo de la Ecología & Worly Parson Komex. Gráfico Muñoz García, Oruro.
- Zamora, R., Rodríguez, N., Torres, D. y Yendis, H. (2008). Efecto del riego con aguas residuales sobre propiedades químicas de suelos de la planicie de Coro, Estado Falcón. Rev. Bioagro.
- Zhen, B. (2009). Calidad fisico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008. Tesis de M. Sc. en Manejo de Recursos Naturales. Escuela de Ciencias Exactas, Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 204 p.  
<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad%20f%C3%ADsico->



[qu%C3%ADmica%20y%20bacteriol%C3%B3gica%20del%20agua%20para%20consumo%20humano%20de%20la%20microcuenca.pdf.](#)

## ANEXOS

**Tabla 4**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de conductividad eléctrica en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
CE	9	0.61	0.48	2.66		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	2832.67	2	1416.33	4.63	0.0609	
PMs	2832.67	2	1416.33	4.63	0.0609	
Error	1837.33	6	306.22			
Total	4670.00	8				
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=43.83963</b>						
PMs	Medias	n	E.E.			
100_Chijichaya	677.33	3	10.10	A		
Chijichaya	664.67	3	10.10	A		
Jarani	635.00	3	10.10	A		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de bicarbonatos en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
BICARB	9	0.04	0.00	13.10		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	89.14	2	44.57	0.13	0.8833	
PMs	89.14	2	44.57	0.13	0.8833	
Error	2110.81	6	351.80			
Total	2199.96	8				
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=46.98918</b>						
PMs	Medias	n	E.E.			
Chijichaya	146.48	3	10.83	A		
100_Chijichaya	144.16	3	10.83	A		
Jarani	138.96	3	10.83	A		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de sulfatos en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
SULF	9	0.16	0.00	14.88		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	389.56	2	194.78	0.59	0.5858	
PMs	389.56	2	194.78	0.59	0.5858	
Error	1996.67	6	332.78			
Total	2386.22	8				

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=45.70100**

PMs	Medias	n	E.E.
Jarani	130.00	3	10.53 A
100_Chijichaya	123.67	3	10.53 A
Chijichaya	114.00	3	10.53 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de pH en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Ph	9	0.37	0.16	2.32		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.14	2	0.07	1.77	0.2483	
PMs	0.14	2	0.07	1.77	0.2483	
Error	0.23	6	0.04			
Total	0.37	8				

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.49496**

PMs	Medias	n	E.E.
Jarani	8.69	3	0.11 A
Chijichaya	8.46	3	0.11 A
100_Chijichaya	8.40	3	0.11 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de oxígeno disuelto en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
OD	9	0.75	0.67	3.79	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.87	2	0.93	8.95	0.0158
PMs	1.87	2	0.93	8.95	0.0158
Error	0.63	6	0.10		
Total	2.50	8			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.80964**

PMs	Medias	n	E.E.
100_Chijichaya	9.17	3	0.19 A
Jarani	8.20	3	0.19 B
Chijichaya	8.20	3	0.19 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los valores de demanda bioquímica de oxígeno en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
DBO	9	0.13	0.00	66.87	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.68	2	1.34	0.46	0.6535
PMs	2.68	2	1.34	0.46	0.6535
Error	17.60	6	2.93		
Total	20.28	8			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.29026**

PMs	Medias	n	E.E.
100_Chijichaya	3.32	3	0.99 A
Jarani	2.32	3	0.99 A
Chijichaya	2.05	3	0.99 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.





**Tabla 10**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los recuentos de coliformes totales en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
CT	9	0.97	0.96	21.53		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	2140505.56	2	1070252.78	88.55	<0.0001	
PMs	2140505.56	2	1070252.78	88.55	<0.0001	
Error	72516.67	6	12086.11			
Total	2213022.22	8				

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=275.41771**

PMs	Medias	n	E.E.	
Jarani	1200.00	3	63.47	A
100_Chijichaya	181.67	3	63.47	B
Chijichaya	150.00	3	63.47	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11**

*Evaluación de la varianza y prueba de contraste de Tukey de los recuentos de coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo en el río Ilave, sector Chijichaya.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
CTT	9	0.06	0.00	90.39		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	216.22	2	108.11	0.19	0.8324	
PMs	216.22	2	108.11	0.19	0.8324	
Error	3428.00	6	571.33			
Total	3644.22	8				

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=59.88159**

PMs	Medias	n	E.E.	
Chijichaya	32.33	3	13.80	A
Jarani	26.67	3	13.80	A
100_Chijichaya	20.33	3	13.80	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: Elaboración propia.

## Figura 10

*Centro poblado de Jarani.*



Fuente: Elaboración propia.

## Figura 11

*Muestras de agua colectadas para destinar al laboratorio.*



Fuente: Elaboración propia.

## Figura 12

*Recogiendo muestras de agua a 100 m. de Chijichaya.*



Fuente: Elaboración propia.

## Figura 13

*Transparencia del rio Ilave en Chijichaya*



Fuente: Elaboración propia.



### **Figura 14**

*Recolección de muestras de agua en el río Ilave.*



Fuente: Elaboración propia.

### **Figura 15**

*Centro Poblado de Chijichaya.*



Fuente: Elaboración propia.

## Figura 16

### *Fauna del Centro Poblado de Chijichaya (Huallatas)*



Fuente: Elaboración propia.



## CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, **DOCENTE DIRECTOR / ASESOR DE TESIS** DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS ECOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO – PERÚ.

### HACE CONSTAR:

Que el (la) Bachiller **ROMAN MANUEL CHUCUYA GUTIÉRREZ**, egresado (a) de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, ha realizado los análisis de laboratorio de su trabajo de investigación (Tesis) titulado: **“CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE RÍO ILAVE EN LA JURISDICCIÓN DE LOS CENTROS POBLADOS DE CHIJICHAYA Y JARANI POS PRODUCCIÓN DE CHUÑO BLANCO, PROVINCIA DE EL COLLAO, REGIÓN PUNO”**, en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Programa de Estudios Biología Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas, entre los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2022.

Se le expide la presente Constancia a solicitud del (a) interesado (a) para los fines que se estime por conveniente.

Puno, 15 de diciembre del 2023.

**DR. GILMAR GAMALIEL GOZQUETA CAMACHO**  
**DNI N° 01209561**  
**Director/Asesor**

### Constancia de ejecución de tesis



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



**RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**PROYECTO** : Calidad fisicoquímica y bacteriológica de río llave en la jurisdicción de los centros poblados de Chijichaya y Jarani pos producción de chuño blanco, provincia de El Collao, región Puno.

**PROCEDENCIA** : CENTROS POBLADOS DE CHIJICHAYA Y JARANI

**SOLICITANTE** : MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ

**MOTIVO** : CALIDAD MICROBIOLÓGICA (muestreado por el interesado)

**REFERENCIA** : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO 14.00 HORAS

**RESULTADOS**

N°	PUNTO DE MUESTREO	FECHA	Unidad	RESULTADOS	
				Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes
01	Punto 1 – JARANI	09/09/2022	NMP/100ml	1100	15
02		24/10/2022	NMP/100ml	1400	45
03		16/11/2022	NMP/100ml	1100	20
04	Punto 2 – 100 m CHIJICHAYA	09/09/2022	NMP/100ml	95	11
05		24/10/2022	NMP/100ml	250	30
06		16/11/2022	NMP/100ml	200	20
07	Punto 3 –CHIJICHAYA	09/09/2022	NMP/100ml	150	75
08		24/10/2022	NMP/100ml	150	11
09		16/11/2022	NMP/100ml	150	11

NMP/100ml = Numero Más Probable por cien mililitros.  
 UFC/100ml = Unidad Formadora de Colonias por cien mililitros.  
 METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. coli. METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES. APHA. AWWA. WEF. Pw.82219 C. 211 y ed. 2005.

Manuel Chucuya Gutierrez  
 CBP 11900

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
 M.Sc. Alfredo L. Loza Del Campo  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Asistente T.º





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



**RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**PROYECTO** : Calidad fisicoquímica y bacteriológica de río llave en la jurisdicción de los centros poblados de Chijichaya y Jarani pos producción de chuño blanco, provincia de El Collao, región Puno.

**PROCEDENCIA** : CENTROS POBLADOS DE CHIJICHAYA Y JARANI

**SOLICITANTE** : MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ

**MOTIVO** : CALIDAD DEL AGUA (muestreado por el interesado)

**REFERENCIA** : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO 14.00 HORAS

**RESULTADOS**

N°	PUNTO DE MUESTREO	FECHA	Unidad	RESULTADOS		
				DBO <sub>5</sub>	Nitrógeno Total	Fosforo Total
01	Punto 1 – JARANI	09/09/2022	mg/L	1.61	0.3	0.15
02		24/10/2022	mg/L	2.05	0.4	0.12
03		16/11/2022	mg/L	3.30	0.5	0.15
04	Punto 2 – 100m CHIJICHAYA	09/09/2022	mg/L	0.60	0.6	0.06
05		24/10/2022	mg/L	3.30	0.6	0.05
06		16/11/2022	mg/L	6.05	0.6	0.05
07	Punto 3 – CHIJICHAYA	09/09/2022	mg/L	1.15	0.6	0.13
08		24/10/2022	mg/L	2.52	1.4	0.17
09		16/11/2022	mg/L	2.47	0.5	0.13

Blanca Margarita Reyes Orinuela  
CBP 11900

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
  
M. Sc. Alfredo L. Loza Del Campo  
FACULTAD CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Asociado Titular  
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



**RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**PROYECTO** : Calidad fisicoquímica y bacteriológica de río llave en la jurisdicción de los centros poblados de Chijichaya y Jarani pos producción de chuño blanco, provincia de El Collao, región Puno.

**PROCEDENCIA** : CENTROS POBLADOS DE CHIJICHAYA Y JARANI

**SOLICITANTE** : MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ

**MOTIVO** : CALIDAD FISICO QUIMICA (muestreado por el interesado)

**REFERENCIA** : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO 14.00 HORAS

**RESULTADOS**

N°	PUNTO DE MUESTREO	FECHA	RESULTADOS					
			pH	O.D. (mg/L)	C.E. (µS)	Salinidad (ppt)	TDS (ppm)	T°C
01	Punto 1 – JARANI	09/09/2022	8.79	8.0	659	0.36	331	22.3
02		24/10/2022	8.42	8.3	642	0.35	319	15.3
03		16/11/2022	8.85	8.3	604	0.32	303	22.1
04	Punto 2 – 100m CHIJICHAYA	09/09/2022	8.48	9.7	668	0.37	335	22.3
05		24/10/2022	8.35	9.1	676	0.37	337	22.4
06		16/11/2022	8.36	8.7	688	0.38	339	22.6
07	Punto 3 – CHIJICHAYA	09/09/2022	8.56	8.3	668	0.37	334	22.3
08		24/10/2022	8.19	8.3	659	0.36	329	12.4
09		16/11/2022	8.64	8.0	667	0.36	334	22.4

  
Blanca Margot Giselle Reyes Urizuela  
CBP 11500

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
  
M.Sc. Alfredo L. Loza Del Carpio  
FACULTAD CIENCIAS BIOLÓGICAS  
JEFE DE LABORATORIO



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA  
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTRAS DE AGUA.**

PROYECTO : Calidad fisicoquímica y bacteriológica de río llave en la jurisdicción de los centros poblados de Chijichaya y Jarani pos producción de chuño blanco, provincia de El Collao, región Puno.

PROCEDENCIA : CENTROS POBLADOS DE CHIJICHAYA Y JARANI

SOLICITANTE : MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ

MOTIVO : ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA (muestreado por el interesado)

REFERENCIA : MUESTRA RECEPCIONADO EN LABORATORIO.

**RESULTADOS:**

N°	PUNTO DE MUESTREO	FECHA	Unidad	RESULTADOS	
				(SULFATOS )	BICARBONATOS.
01	Punto 1 – JARANI	09/09/2022	mg/L	120.00	117.44
02		24/10/2022	mg/L	124.00	133.08
03		16/11/2022	mg/L	146.00	166.35
04	Punto 2 – 100m CHIJICHAYA	09/09/2022	mg/L	118.00	144.17
05		24/10/2022	mg/L	100.00	133.06
06		16/11/2022	mg/L	153.00	155.26
07	Punto 3 – CHIJICHAYA	09/09/2022	mg/L	124.00	166.36
08		24/10/2022	mg/L	108.00	133.09
09		16/11/2022	mg/L	110.00	140.00

ANALISTA  
PER: Susana Peruviana Callopacca  
ANALISTA DE SAL, CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS  
PLANTAS SIDERURGICAS DE MINERIAS Y FERTILIZANTES  
PUNO - PERU

JEFATURA  
PUNO - PERU  
D. SC. EVARISTO MAMANI MAMANI.  
JEFE DE LABORATORIO.  
UNA-PUNO.



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo ROMAN MANUEL CHUCUYA GUTIÉRREZ.  
, identificado con DNI 01842789 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
BIOTECNOLOGIA

, informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

"CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLOGICA DE RICILLOVE EN LA JURISDICCION DE  
LOS CENTROS POBLADOS DE CHACHUYA Y JORANI, POS PRODUCCION DE CHANO BLANCO.  
NO TIENE DEL SOLADO, RESERVA PUNO"

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

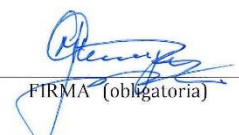
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 21 de OCTUBRE del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ROMERO MANUEL CHUCUYA GUTIERREZ  
identificado con DNI 01842789 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

BIOLOGIA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

"CALIDAD FISIQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE RIO ILAVE EN LA

JURISDICCION DE LOS CENTROS POBLADOS DE CHUICHAYA Y JARANÍ, DEL PROYECTO  
" Es un tema original. DE CH.º BLANCO, PROVINCIA DE BELCOLLAO, REGION PUNO.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso.

Puno 21 de OCTUBRE del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella