



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



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y PARASITOLÓGICA EN EL
SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE
LARIMAYO DEL DISTRITO DE ANTAUTA PROVINCIA DE
MELGAR PUNO – 2024**

TESIS

PRESENTADA POR:

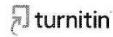
Bach. YAQUELIN SOFIA SANCHEZ RIVERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y
LABORATORIO CLÍNICO**

PUNO – PERÚ

2024



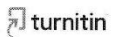
YAQUELIN SOFIA SANCHEZ RIVERA

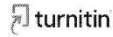
CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y PARASITOLÓGICA EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARI...

- borradores de tesis
- borradores de tesis
- Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega tm:oid::8254:417895006	93 Páginas
Fecha de entrega 20 dic 2024, 12:57 p.m. GMT-5	17,903 Palabras
Fecha de descarga 20 dic 2024, 1:07 p.m. GMT-5	98,468 Caracteres
Nombre de archivo BORRADOR DE TES.pdf	
Tamaño de archivo 1.8 MB	





16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 16% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

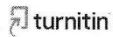
Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Texto oculto**
37 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





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

CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y PARASITOLÓGICA EN EL SISTEMA DE
AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO DEL DISTRITO
DE ANTAUTA PROVINCIA DE MELGAR PUNO – 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. YAQUELIN SOFIA SANCHEZ RIVERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

Dra. ROXANA DEL CARMEN MEDINA ROJAS

PRIMER MIEMBRO:

Mg. JUAN PABLO HUARACHI VALENCIA

SEGUNDO MIEMBRO:

Dr. LUIS ÁNGEL PAUCAR FLORES

DIRECTOR / ASESOR:

Mg. DANTE MAMANI SAIRITUPAC

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27/12/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Diagnóstico y Epidemiología



V^oB^o Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien guía mi camino y ha permitido que logre mis objetivos.

A mis padres, Roger Sanchez Vilca y Alicia Rivera Flores, por brindarme su apoyo incondicional, esfuerzo, por sus consejos y motivación durante mi formación profesional.

A mi hermano, Yamel Sanchez Rivera, quien me acompañó durante mi carrera universitaria, por apoyarme en momentos difíciles y no me dejó sola.

Yaquelin Sofia Sanchez Rivera



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por protegerme, guiarme a lo largo de mi vida y permitirme poder culminar mis estudios y cumplir mis metas.

A mis padres, por apoyarme en todo, que me aconsejaron ir por el camino correcto y me motivaron a no rendirme.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología por su formación profesional.

Agradecer a mi asesor de tesis, Dr. Dante Mamami Sairitupac, apoyo constante, orientación y paciencia a lo largo de todo el proceso del proyecto de investigación. Sus valiosas recomendaciones y comentarios han sido esenciales para lograr los objetivos planteados.

A mis jurados de tesis, Dra. Roxana Del Carmen Medina Rojas, Mg. Juan Pablo Huarachi Valencia y Dra. Sandra Beatriz Butron Pinazo, por el tiempo brindado y sus recomendaciones, facilitaron el proceso de investigación.

Yaquelin Sofia Sanchez Rivera



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE DE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.2. ANTECEDENTES.....	18
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. El agua.....	22
2.2.1.1. Tipos de agua	23
2.2.1.2. Contaminación del agua.....	26
2.2.1.3. Principales contaminantes del agua	28
2.2.2. Bacterias indicadoras de la calidad del agua.....	29
2.2.2.1. <i>Coliformes totales</i>	30
2.2.2.2. <i>Coliformes fecales</i>	31



2.2.2.3. <i>Escherichia coli</i>	32
2.2.3. Parásitos indicadores de contaminación del agua	32
2.2.3.1. <i>Giardia lamblia</i>	34
2.2.3.2. <i>Entamoeba coli</i>	38
2.2.3.3. <i>Ascaris lumbricoides</i>	43
2.2.3.4. <i>Taenia sp</i>	46
2.2.3.5. <i>Hymenolepis nana</i>	47
2.2.4. Normativa de la calidad de agua potable en el Perú	48
2.2.5. Métodos para determinar el análisis microbiológico en aguas	49
2.2.5.1. Número más probable (NMP).....	49
2.2.5.2. Conteo de placas	50
2.2.5.3. Cultivo en placa	50
2.2.5.4. Filtro de membrana	51

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	52
3.2. DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.3. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA	53
3.4. CARGA DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y <i>Escherichia coli</i> EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024.	54
3.5. EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE FORMAS PARASITARIAS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024.....	58



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARGA DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y <i>Escherichia coli</i> EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024	60
4.2. PRESENCIA DE FORMAS PARASITARIAS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024 ..	68
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	80

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUB LÍNEA: Diagnóstico y Epidemiología

Fecha de sustentación: 27 de diciembre 2024



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Calificación de Límites máximos permisibles de parámetros bacteriológicos y parasitológicos para calidad de agua potable 49
Tabla 2	Número de muestras de agua por puntos de muestreo en el Centro Poblado de Larimayo según meses..... 54
Tabla 3	Recuento de coliformes totales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo del sistema de agua potable en el Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto 2024 60
Tabla 4	Carga de coliformes fecales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo del sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto del 2024..... 64
Tabla 5	Presencia de formas parasitarias según puntos de muestreo del sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto del 2024 68
Tabla 6	Número Mas Probable (NMP) por ml y límite confiable de 95% para combinaciones de resultados positivos y negativos usando 3 tubo.....70



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Fases del ciclo vital de los sarcodinos y ciliados	34
Figura 2	Trofozoíto y quiste de <i>Giardia lamblia</i>	36
Figura 3	Ciclo biológico de <i>Giardia lamblia</i>	37
Figura 4	Trofozoíto y quiste de <i>Entamoeba coli</i>	40
Figura 5	Ciclo biológico de <i>Entamoeba coli</i>	42
Figura 6	Ciclo biológico de <i>Ascaris lumbricoides</i>	45
Figura 7	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo de aguas en el Centro Poblado de Larimayo.....	52
Figura 8	Líneas de carga de coliformes totales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto del 2024	61
Figura 9	Toma de muestras de agua en los puntos de muestreo, a. ojo de agua, b. reservorio y c. red domiciliaria del Centro Poblado de Larimayo 2024.....	86
Figura 10	Preparación de caldos lauril sulfato y bilis verde brillante de doble concentración y simple concentración.....	86
Figura 11	Preparación de caldos, a. lauril sulfato y b. bilis verde brillante en tubos de doble concentración y simple concentración.....	87
Figura 12	Procesamiento de muestras de aguas para análisis de coliformes totales con el método de NMP (Numero Mas Probable), prueba presuntiva.....	87
Figura 13	Muestras de agua después de 48 horas de sedimentación para análisis parasitológico y observación al microscopio.	88
Figura 14	Lectura de resultados de coliformes totales, sin presencia de gas ni fermentación de lactosa.	88



Figura 15 Lectura de coliformes totales del punto de muestreo, reservorio, a. presencia de gas y fermentación y b. cultivo de los tubos positivos en bilis verde brillante..... 89



ACRÓNIMOS

ECAs:	Estándares de calidad
et al.:	Y colaboradores
°C:	Grados centígrados
LMP:	Límite máximo permisible
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PM:	Puntos de muestreo
NMP/100 ml:	Numero más probable por 100 mililitros
N° Organismos/l:	Numero de Organismos por litro
MINAM:	Ministerio del Ambiente
UFC:	Unidades formadora de colonias



RESUMEN

En el Centro Poblado de Larimayo, del distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno, el sistema de agua potable genera dudas sobre la calidad del agua para esta población, puesto que no se realizan análisis bacteriológicos y parasitológicos; solo análisis de calidad fisicoquímica, motivo por el cual se presume que el agua que se está consumiendo presenta contaminación bacteriológica y parasitológica, conllevando a problemas de salud en la población. El objetivo de la investigación fue determinar la calidad bacteriológica y parasitológica en el sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno, 2024. A través de la determinación del recuento de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, mediante el método del Número Mas Probable, así como la evaluación de la presencia de formas parasitarias por el método de sedimentación y concentración, teniendo en cuenta los parámetros microbiológicos y parasitológicos establecidos en el Reglamento D.S. 031-2010-SA. La investigación tuvo un diseño observacional de tipo descriptivo de corte longitudinal. La población estuvo conformada por las aguas del sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, con 15 muestras durante 3 meses, junio, julio y agosto del 2024. Los datos fueron tabulados y graficados en el software Excel. En cuanto al recuento de coliformes totales, durante los meses de junio, julio y agosto no hubo presencia de coliformes en el ojo de agua, pileta 1 y 3, sin embargo, se encontró una carga 4 NMP/100 ml en el reservorio durante julio y agosto, y en la pileta 2 solo presentó 4 NMP/100 ml en el mes de agosto. En coliformes fecales el recuento fue 0 NMP/100 ml en todos los puntos de muestreo; y en relación a las formas parasitarias tampoco se en ninguno de los puntos. Se concluye que las aguas del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo en sus puntos ojo de agua, reservorio y red domiciliaria se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM (2017) y son aptas para consumo humano.

Palabras clave: Agua potable, Coliformes totales, Coliformes fecales, Contaminación, *Escherichia coli*, Formas parasitarias.



ABSTRACT

The drinking water system in the town of Larimayo, in the district of Antauta, province of Melgar, Puno, raises doubts about the quality of the water in this town, since bacteriological and parasitological analyses are not performed, only physicochemical quality analyses, which is why it is presumed that the water being consumed has bacteriological and parasitological contamination, leading to health problems in the population. The specific objectives were: To determine the total coliform, fecal coliform and *Escherichia coli* counts in water for human consumption in the Larimayo population center, as well as to evaluate the presence of parasitic forms in water for human consumption in the Larimayo population center. Methodology. The research project was carried out in the Larimayo population center, the population consisted of the drinking water system, with 15 samples during 3 months, June, July and August 2024. Taking into account the microbiological and parasitological parameters established in Regulation D.S. 031-2010-SA, the load of total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli* was determined using the Most Probable Number method, and the presence of parasitic forms through the concentration sedimentation method. The data were tabulated in Excel software and represented in line graphs. Results: the total coliform count, during the months of June, July and August there was no presence of coliforms in the water eye, pool 1 and 3, however, a small amount of coliforms was found in the reservoir during July and August which was 4 NMP/100 ml, and in pool 2 only presented a value of 4 NMP/100 ml in the month of August, as for fecal coliforms the count was 0 NMP/100 ml in all sampling points; In relation to parasitic forms, no parasites were found in any of the points. Based on the above, I conclude that the water from the water source, reservoir and home network is below the maximum permissible limits established by MINAM (2017) and is suitable for human consumption.

Keywords: Drinking water, Total coliforms, Fecal coliforms, Contamination, *Escherichia coli*, Parasitic forms.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la calidad del agua se ve amenazada principalmente por el incremento de actividades antropogénicas (Obade y Moore, 2018; Salari et al., 2018) y cambios climáticos, que reflejan la inseguridad de la inocuidad del agua, así mismo, el índice de crecimiento de la humanidad ha generado un incremento del requerimiento de este recurso esencial para la vida (Cabezas, 2018), cuyas consecuencias son la disminución de su disponibilidad como agua potable apta para el consumo humano, y para la producción agroalimentaria (agropecuaria) (Adapa, 2018; Belizario et al., 2019). El agua contaminada presenta diferentes riesgos: físicos, químicos, bacteriológicos y parasitológicos (Simanca et al., 2010) y por tanto son vehículos de transmisión de enfermedades causadas por patógenos entéricos como bacterias (disentería, cólera, leptospirosis), virus (hepatitis, poliomielitis), enfermedades protozoarias (amebiasis, giardiasis) y helmintos (hidatidosis, bilarsiasis), afectando con especial énfasis a los niños y adolescentes (Araújo et al., 2011).

En el Perú, la calidad de agua está regulada por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. 031-2010-SA), donde se considera como parámetros microbiológicos el recuento de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y la presencia de formas parasitarias. No obstante, ello, las personas sufren además de la escasez, una distribución de agua de mala calidad, ya sea por una marginación de atención por el gobierno, el cambio climático, la pobreza de las comunidades rurales, al margen de la realización de controles de calidad del agua para consumo humano y uso doméstico que en la mayoría de los casos no existen en estos lugares. Las comunidades rurales además de estar alejadas de la ciudad utilizan agua de pozo, manantiales, ríos, sin



tratamiento que puede conllevar a una incidencia de enfermedades gastrointestinales ocasionadas por bacterias y parásitos (OMS, 2007). En la Región de Puno, Perú, la tasa de fallecimiento por enfermedades diarreicas en el año 2022 fue de 8.51 por cada 10,000 habitantes (Oficina General de Epidemiología del Ministerio de Salud del Perú, 2016).

En el Centro Poblado de Larimayo, del distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno, el sistema de agua potable genera dudas sobre la calidad del agua en esta población, debido a que no se realizan análisis bacteriológicos y parasitológicos; solo análisis de calidad fisicoquímica. Se observa que, en los alrededores al punto de captación del agua, viven personas que crían ganado vacuno, por lo que existen posibilidades de una contaminación cruzada con materia fecal; ya que las bacterias contaminantes y parásitos se encuentran en aguas superficiales y resultan muy resistentes al cloro (Sánchez, 2018), motivo por el cual se presume que el agua que se está consumiendo presenta contaminación bacteriológica y parasitológica, además, el tanque de tratamiento (reservorio) no posee una tapa, además de que se observa algunos mosquitos alrededor del tanque; esto puede generar una contaminación, después del proceso de tratamiento, el agua es trasladada a través de las redes de distribución a toda la población.

La presente investigación se realizó porque el agua potable para consumo humano en el Centro Poblado de Larimayo, distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno; en algunas ocasiones trajo malestares estomacales, y su mala calidad podría ocasionar problemas de salud en la población; conllevando a una incidencia de enfermedades gastrointestinales ocasionadas por bacterias y parásitos (OMS, 2007).

Es por ello que, tras llevarse a cabo la investigación, se determinó las condiciones acerca de la calidad bacteriológica y parasitaria en el agua potable del Centro Poblado de Larimayo-Melgar, con ello sus autoridades municipales y a encargados de saneamiento



ambiental y salud pública puedan implementar las mejores prácticas para el manejo y tratamiento adecuado del agua destinada al consumo humano.

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la calidad bacteriológica y parasitológica en el sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno, 2024.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo.
- Evaluar la presencia de formas parasitarias en el sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Ámbito internacional

Guillen et al. (2013), en el Estado Aragua (Venezuela), determinaron la presencia de protozoarios intestinales en aguas para consumo humano, donde observaron presencia de protozoos patógenos y comensales en un 90% de las muestras que provienen de los hogares. Las muestras tomadas del pozo revelaron quistes de *Giardia intestinalis*, *Entamoeba coli* y *Endolimax nana*; sin embargo, no presentaron coccidios ni microsporidias intestinales. Así mismo, Torres (2019), en Cuba, en su estudio indica que las aguas provenientes de piletas son aptas para el consumo humano; cuatro de las muestras analizadas se clasifican como de buena calidad de agua en los distritos Caribe, Atlántico de Miraflores, siete son de calidad aceptable en el distrito de Las Coloradas.

Reñé (2015), en Rosario (Argentina), demostró que cinco de los reservorios de agua potable tienen presencia de microorganismos patógenos, tres presentan coliformes fecales y *Escherichia coli*, y dos muestras sólo de *Escherichia coli*, las mismas contienen coliformes totales y aerobios mesófilos, los resultados se encontraban en los límites establecidos por la CAA, de hasta 3 NMP/100 ml y 500 UFC/100 ml respectivamente.

Bernadac et al. (2018), en Juárez (México), en su estudio de calidad bacteriológica del agua en zonas marginada, reportaron: de las 145 muestras analizadas, el 68.96% presentaron coliformes totales, mientras que el 20.68% dió positivo para coliformes fecales, siendo la localidad de Siglo XXI la que presentó mayor contaminación con una media de coliformes fecales de 590 NMP/100 ml, mientras que San Agustín fue la de



menor contaminación con una media de 6 NMP/100 ml.

Mamani et al. (2022), en Carmen Pampa y Coroico (Bolivia), diagnosticaron la calidad del agua de consumo humano en base a parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, y reportaron que *Escherichia coli*, de 6 puntos de muestreo, estuvieron presentes en 2, el tanque de Chovacollo con 28 UFC/100 ml y toma de Carmen Pampa con 14 UFC/ 100 ml. La calidad bacteriológica y fisicoquímica está por debajo de los límites permitidos por la NB-512, a excepción para un parámetro biológico de un punto.

Ámbito nacional

Huamuro et al. (2019), en Jaén (Perú), en su investigación sobre la influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la enteroparasitosis, reportaron una frecuencia de parasitismo del 77.6 %, identificando cuatro especies de enteroparásitos; las más prevalentes fueron *Giardia lamblia* con un 37.29 % y *Blastocystis hominis* con un 35.59 %. Además, del total de muestras de agua analizadas microbiológicamente (incluyendo el recuento de mesófilos, coliformes totales, fecales y análisis parasitológicos), el 61.5 % resultó apta para el consumo humano, mientras que el 38.46 % no cumplía con los estándares de calidad. No se encontraron parásitos en las muestras de agua evaluadas.

Elías et al. (2020), en Ascope (Perú), determinaron que el agua potable es apta para consumo humano al 100% para la zona urbana administrada por SEDALIB y al 50% para la zona rural administrada por JASS, por ello, no existe diferencia significativa en la calidad bacteriológica del agua potable clorada administrada tanto en la zona urbana y la zona rural.

Flores y Revilla (2021), en Moquegua (Perú), con el objetivo de evaluar la relación entre la calidad parasitológica del agua de consumo humano y las parasitosis



gastrointestinales en niños de 1 a 2 años de edad concluyó que no se han encontrado parásitos en las muestras de agua, cumpliendo así con los LMP's y ECA's, establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA y D.S. N° 004-2007-MINAM; no encontrando relación estadísticamente significativa entre ambas variables.

Aguilar y Díaz (2021), en Cajamarca (Perú), en su estudio de calidad microbiológico y parasitológico del agua potable, indicaron que las condiciones bacteriológicas se encuentran por encima de los límites máximos permisibles establecidos por la norma técnica, sin embargo, los resultados de calidad parasitológica si cumplen con los criterios de la normativa.

Poma (2021), en Pasco (Perú), con el objetivo de determinar la calidad de agua física, microbiológica y parasitológica en los sistemas de agua potable y alcantarillado, reportó: que la calidad microbiológica y parasitológica en el sistema alcantarillado y tratamiento de aguas residuales domesticas cumplen con Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Mamani (2022), en Pasco (Perú), en su investigación sobre caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua potable, menciona que, para los parámetros fisicoquímicos, el único elemento tóxico encontrado fue el plomo, y en cuanto a los parámetros bacteriológicos determinó que los coliformes totales sobrepasan los valores permisibles mientras que los coliformes fecales no sobrepasan los valores límites mínimos que exigen los organismos de salud.

Espinoza (2022), en Ticsacayan (Perú), en su estudio bacteriológico para determinar la calidad del agua de consumo humano, detectó coliformes totales en pequeños valores de 5 UFC/100 mL no siendo este un valor muy elevado ni perjudicial, y ausencia total de coliformes fecales o termo tolerantes; el agua de Ticsacayán se



considera de una calidad aceptable.

Guevara (2021), en Amazonas (Perú), en su investigación de análisis microbiológica y parasitológica del agua para potable en el centro poblado Tomaque-Bagua, reportó que de los cuatro puntos de toma de muestra (captación, planta de tratamiento, reservorio y cañerías) el más contaminado fue el reservorio, obteniéndose los siguientes parámetros: 4100 NMP/100 ml de coliformes totales, 1850 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, 1650 NMP/100 ml de bacteria *Escherichia coli*, 8750 UFC/ml de bacterias heterótrofas y 3480 org/l de formas parasitarias, concluyendo que el agua de ese sistema no es apta para el consumo humano.

Ámbito local

Trigos (2017), en Alto Puno (Puno), en su estudio de la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo humano, reportó: el promedio más alto obtenido en la zona norte de 5.44 CT NMP/100 ml, un valor cero en la zona centro y sur respectivamente, en tanto a coliformes fecales, el promedio más alto se determinó en la zona norte con 1.68 Coliformes fecales NMP/100 ml y un valor cero en la zona centro y sur. Los resultados obtenidos están por debajo de los límites permisibles según el reglamento de la calidad de agua potable para consumo humano DS Nro 031-2010-SA.

Contreras et al. (2023), en Collao (Puno), en su investigación bacteriológica realizado en agua de consumo humano; indican que el número de coliformes totales excede ampliamente los límites establecidos en la norma, en tanto, estos coliformes fecales podrían estar vinculados con las enfermedades diarreicas e infecciosas.

Blanco (2018), en Cabanillas (Puno), en su estudio de calidad del agua potable indica que los parámetros bacteriológicos en el reservorio con sólidos disueltos totales 370 DE \pm 34.64 mg/L, coliformes totales 303.33 DE \pm 136.50 y coliformes fecales con



200 NMP/100 ml DE $\pm 45,83$; llegando a la conclusión que estas aguas no son aptas para el consumo humano.

Ramírez (2020), en Paucarcolla (Puno), en su estudio de calidad microbiológica del agua potable; obtiene coliformes totales en un 20 UFC/100 ml y coliformes termo tolerantes 50 UFC/100 ml encontrándose dentro de los parámetros establecidos según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, por lo cual el agua es apta para el consumo humano.

Coila (2022), en Chucuito (Puno), determinó la calidad del agua de pozos y piletas de consumo humano; reportó: coliformes totales en la piletta 1: 200 NMP/100ml; piletta 2: 260.83 NMP/100 ml y en el pozo 1: 63.27 NMP/100 ml; pozo 2: 78.83 NMP/100 ml; pozo 3: 99.75 NMP/100ml; para coliformes fecales se determinó en la piletta 1: 21.00 NMP/100 ml piletta 2: 30.92 NMP/100ml; pozo 1; 6.83 NMP/100 ml ,Pozo 2: 8.91 NMP/100 ml; pozo 3: 11.92 NMP/100 ml; los valores determinados sobrepasan los límites permisibles según los parámetros del MINAM; en cuanto al análisis parasitológico, existe la presencia de *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli*, lo que se traduce como riesgo para la salud.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El agua

El agua es un compuesto con características únicas e indispensable para la vida, el más abundante en la naturaleza, además de ser determinante en los procesos físicos, químicos y microbiológicos que gobiernan el medio natural (García et al., 2016).

La importancia excepcional del agua desde el punto de vista químico



radica en que casi todos los procesos químicos, tanto en la naturaleza como en el laboratorio, ocurren entre sustancias disueltas en soluciones acuosas (Trigos, 2017). El agua es un líquido constituido por dos sustancias gaseosas: oxígeno e hidrógeno, un volumen de oxígeno por dos de hidrógeno, su fórmula química es el H₂O (Asano y Levine, 1998).

Además de satisfacer las necesidades humanas básicas, el agua también contribuye al progreso sostenible de las comunidades; es una de las fuentes de energía más importantes del mundo (Quispe, 2017). El agua es esencial para los procesos industriales y la agricultura, y en algunas regiones también juega un papel clave en los sistemas de transporte (Coila, 2022). El incremento de los conocimientos científicos ha hecho que la comunidad internacional llegue a apreciar mucho más los valiosos servicios que prestan los ecosistemas relacionados con el agua, desde el control de las inundaciones hasta la protección contra las tormentas y la purificación del agua (Huamuro et al., 2019).

2.2.1.1. Tipos de agua

a) Agua de manantial

Un manantial, es una fuente natural de agua que surge de la tierra o entre las rocas, y puede ser permanente o temporal. Se forma cuando el agua de lluvia o de nieve se filtra en una zona y emerge en otra de menor altitud, donde no está confinada en un conducto impermeable; estas turgencias suelen ser abundantes; los cursos subterráneos a veces se calientan por el contacto con rocas ígneas y afloran como aguas termales (Trigos, 2017).

El agua de manantial es generalmente pura y puede utilizarse sin



tratamiento, siempre que el manantial esté adecuadamente protegido con una estructura que impida su contaminación (Ramírez, 2020). La contaminación de las aguas de manantial puede ocurrir en las fases de abastecimiento, captación y conducción del agua superficial; es fundamental asegurarse de que el agua provenga realmente de un acuífero y no de un arroyo que se haya filtrado a corta distancia (Ramírez, 2020). En el país, el Ministerio de Salud y la ANA (ALA) clasifican los manantiales según su ubicación y su afloramiento; de acuerdo a lo primero, pueden ser de ladera o de fondo; y de acuerdo a lo segundo, de afloramiento concentrado o difuso (Agüero, 2003).

La calidad del terreno tiene una enorme importancia, ya que los suelos arenosos generan aguas menos contaminadas al facilitar los procesos de filtración y reducir la posibilidad de ser contaminadas por factores externos, mientras que los suelos arcillosos, al ser impermeables, no producen este efecto, y el agua pasa a través de grietas, ampliando el tiempo del agua en el exterior y la posibilidad de contaminación (Fernández y Pérez, 1989).

b) Aguas superficiales

Las aguas superficiales son aquellas que se encuentran en la superficie de la tierra, como arroyos, ríos, lagos y embalses; cuando están disponibles en cantidades suficientes, representan una fuente importante de abastecimiento para el consumo humano, sus características de estas aguas están influenciadas directamente por las propiedades del terreno a través del cual fluyen, debido a la naturaleza bipolar de la molécula de



agua, que le confiere un alto poder disolvente, permitiendo que, al entrar en contacto con los materiales del suelo, adquiera distintas propiedades (Vargas, 2008).

c) Agua subterránea

El agua subterránea constituye una parte importante de la masa de agua presente en los continentes, ya que se almacena en acuíferos bajo la superficie de la tierra; el volumen de agua subterránea es significativamente mayor que el de las aguas retenidas en lagos o las que circulan en ríos, y aunque es menor que el de los grandes glaciares, algunas de las masas de agua subterránea más extensas, como el acuífero Guaraní, pueden abarcar millones de kilómetros cuadrados. El agua subterránea es un recurso vital que abastece a una tercera parte de la población mundial. Sin embargo, su gestión es compleja debido a su alta sensibilidad tanto a la contaminación como a la sobreexplotación (Trigos, 2017).

d) Agua potable

El agua potable se define como agua inocua y segura para el consumo humano, llamada también agua para consumo humano. Es la que llega al usuario y puede disponer de forma segura para beber, preparar los alimentos y efectuar la limpieza personal (SUNASS, 2004). La calidad del agua potable varía según la condición de la fuente de donde se obtiene y el tratamiento que recibe; para que el agua sea considerada potable, es decir, apta para el consumo humano, debe ser limpia, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia, y estar libre de contaminantes; además, debe contener minerales esenciales, como sodio, yodo y cloro, en cantidades



adecuadas (OMS, 2006). El agua potable no debe representar un riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda la vida, considerando las distintas vulnerabilidades de ciertos grupos, como lactantes, niños pequeños, personas con sistemas inmunitarios debilitados, quienes viven en condiciones antihigiénicas y personas de la tercera edad, que son más propensos a contraer enfermedades transmitidas por el agua (Doria et al., 2009).

2.2.1.2. Contaminación del agua

La contaminación del agua es un problema que afectó a la humanidad a lo largo de toda su historia; sin embargo, el deterioro más grave y severo de los ríos y lagos en el mundo sucedió desde el siglo XVIII, con el inicio de la industrialización (Coila, 2022). Durante este periodo, se implementaron numerosas plantas de procesamiento que utilizaban grandes volúmenes de agua, lo que resultó en la generación de enormes cantidades de aguas residuales que contaminaban ríos y lagos (Pérez, 2017).

En la actualidad, la contaminación hídrica es un problema persistente, definido como la existencia de elementos biológicos, químicos o físicos en concentraciones superiores a las que se encuentran de forma natural. Esta contaminación modifica las propiedades del agua, impidiendo que cumpla con las condiciones necesarias para su uso destinado (Zarza, 2020). Estos cambios en las características del agua la hacen inapropiado y peligrosa para el consumo del hombre, así como para diversas actividades socioeconómicas como la industria, la agricultura, la



pesca y el turismo. Además, representa un riesgo para los animales, las plantas cultivadas y la vida silvestre (Mihelcic y Zimmerman, 2011). Así mismo, el agua puede contaminar durante el traslado o almacenamiento hacia nuestras viviendas, lo que puede perjudicar la salud de los consumidores; aumentando enfermedades gastrointestinales debido al suministro de agua insalubre, y saneamiento deficiente (Panadés, 2015).

La contaminación del agua es el resultado de diversas actividades humanas, como la agricultura, la urbanización, la silvicultura y el uso de fertilizantes (Coila, 2022). En la agricultura, por ejemplo, una cantidad de nitrógeno residual no es absorbida por las plantas y, a través de la lixiviación, llega a las capas subterráneas, acumulándose como nitratos. Además, el estiércol del ganado que forma los lixiviados, ello también contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas. Un fenómeno similar ocurre con la contaminación por enterobacterias, cuya presencia puede verificarse fácilmente mediante análisis bioquímicos, como la fermentación de la lactosa y la producción de indol, con la ausencia de actividad frente al citrato y la urea (Quispe, 2017).

Hay dos tipos de contaminación del agua de las cuales son: fuente puntual y fuentes no puntuales o difusas. El primer fuente de contaminación son aquellas que tienen una fuente identificable directa, por ejemplo, la tubería conectada a una fábrica, derrame de petróleo de un camión cisterna, efluentes que salen de industrias, también incluyen efluentes de aguas residuales (tanto municipales como industriales) y descargas de alcantarillado pluvial, mientras que en la fuente puntual o difusa provienen de diferentes fuentes de origen y número de vías por las



cuales los contaminantes ingresan a las aguas subterráneas o superficiales y llegan al medio ambiente de diferentes fuentes no identificables, por ejemplo: escorrentía de campos agrícolas, residuos sólidos urbanos, entre otros (Mihelcic y Zimmerman, 2011; Singh y Gupta, 2017).

2.2.1.3. Principales contaminantes del agua

- a) **Microorganismos patógenos:** Se trata de una gran cantidad de tipos de bacterias como: virus, protozoarios y otros organismos que causan enfermedades como el cólera, el tifus, gastroenteritis, hepatitis, entre otras. En los países en vías de desarrollo, estas patologías son una de las principales causas de muerte prematura, especialmente entre la población joven (De Fuentes y Blanco, 2008). Estos microorganismos ingresan al agua a través de las heces y otros desechos orgánicos generados por personas infectadas. Por ello, el principal indicador biológico de la calidad del agua es la cantidad de bacterias coliformes presentes (Coila, 2022). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el agua potable no contenga colonias de coliformes, estableciendo un límite de 0 colonias por cada 100 ml de agua (Girbau, 2002).
- b) **Sedimentos y material suspendido:** son partículas que se desprenden del suelo y arrastradas por escorrentía (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).
- c) **Desechos orgánicos:** aquellos residuos biológicos producidos por los humanos (aguas residuales urbanas e industriales), ganado,



agricultura, etc. (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).

- d) **Sustancias químicas inorgánicas:** como los ácidos, sales y metales pesados tóxicos como el plomo, mercurio, entre otros (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).
- e) **Nutrientes vegetales inorgánicos:** están conformados por nitratos y fosfatos en una cantidad excesiva, provenientes de la agricultura, propiciando eutroficación de las aguas (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).
- f) **Compuestos orgánicos especiales:** están las moléculas de plásticos, petróleo, gasolina, disolventes, plaguicidas, detergentes (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).
- g) **Sustancias radiactivas:** aquellos isotopos radiactivos solubles acumulables a lo largo de las cadenas tróficas. Se emite por centrales nucleares, ensayos de armas nucleares y fabricación de material radiactivo (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).
- h) **Contaminación térmica:** es provocada por agua caliente saliente de centrales de energía o como resultado de procesos industriales que elevan la temperatura del agua (Zarza, 2020; Singh et al., 2020).

2.2.2. Bacterias indicadoras de la calidad del agua

La calidad microbiológica del agua potable es fundamental, por lo que la detección de coliformes totales y termotolerantes debe ser una prioridad absoluta. Aunque la contaminación química también es importante, generalmente no está



relacionada con efectos agudos sobre la salud humana. Por esta razón, a corto plazo, su control tiene menor prioridad en comparación con la contaminación bacteriológica, especialmente en áreas donde las enfermedades microbianas y parasitarias transmitidas por el agua presentan altos índices de prevalencia (Quispe, 2017), debido a estas condiciones, no existe un límite tolerable para la presencia de microorganismos patógenos en el agua. Por lo tanto, el agua asignada para el consumo humano, para la preparación de alimentos y bebidas, o la higiene personal, no debe contener ningún agente patógeno perjudicial para los seres humanos; esto se logra seleccionando fuentes de agua de buena calidad, tratando y descontaminando eficazmente el agua contaminada con heces humanas o animales, u otras sustancias, y asegurando su protección para evitar cualquier contaminación durante la distribución al usuario. (Marchand, 2002).

2.2.2.1. Coliformes totales

Los coliformes totales son reconocidos como indicadores bacteriológicos, y su presencia en los sistemas de agua señala contaminación fecal. La evaluación de estos indicadores biológicos es relativamente sencilla, ya que su crecimiento es rápido en medios simples y su cultivo en laboratorio resulta fácil de realizar (Hernández y Poot, 2018). Entre los indicadores más comunes se encuentran las bacterias coliformes, representadas por cuatro géneros de *Enterobacteriaceae*: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*. Son un grupo de bacterias gramnegativas, aerobias facultativas, que no forman esporas, fermentan la lactosa en un período de 48 horas a 37°C, contienen β -galactosidasa, son oxidasas negativas y tienen forma de bacilos (Lauren, 2012). Estas bacterias están ampliamente distribuidas en la naturaleza, pudiendo encontrarse en el



agua, el suelo y los vegetales, además de formar parte de la flora intestinal de seres humanos y animales de sangre caliente y fría (Vázquez et al., 2002).

2.2.2.2. Coliformes fecales

Tienen un origen propiamente intestinal (Canosa, 1995), por lo que se encuentran en las heces de humanos y animales de sangre caliente son indicadores de calidad por su origen (WSDH, 2016), llamados también termotolerantes ya que pueden crecer y fermentar lactosa con la producción de ácido y gas a 44.5 °C en presencia de sales biliares (Saxena et al., 2015). Estos coliformes son bacilos gram negativos, anaerobios facultativos, no esporulantes y capaces de fermentar la lactosa con producción de gas en un plazo de 48 horas; muchas de estas bacterias no pueden reproducirse fuera del intestino, lo que las convierte en indicadores útiles de la contaminación por aguas fecales (Condori y Guillen, 2018).

Por lo general, los coliformes no sobreviven mucho tiempo en el agua, ya que experimentan estrés fisiológico que disminuye progresivamente su capacidad para formar colonias en medios diferenciales y selectivos; su tasa de mortalidad depende de varios factores, como la temperatura del agua, la cantidad de luz solar, la presencia de otras bacterias y la composición química del agua (Arcos et al., 2005). Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo, la más prominente es *Escherichia coli* (Camacho et al., 2009), es un subgrupo de coliformes fecales y la mayoría de estas bacterias son inofensivas, sin embargo, algunas cepas como por ejemplo *Escherichia coli* 0157:H7



pueden causar enfermedades y su presencia en agua indica contaminación fecal reciente, lo que significa un mayor riesgo de presencia de patógenos (WSDH, 2016).

2.2.2.3. *Escherichia coli*

Es una bacteria anaerobia facultativa de la flora normal del colon humano y es una Gram negativa en forma de bastoncillo que se encuentra en el intestino delgado de animales endotermos, fermenta la lactosa a temperaturas entre 44°C y 44.5°C (Pullés, 2014); su único hábitat natural es el intestino grueso de estos animales y generalmente no sobrevive bien fuera del tracto intestinal. Su sola presencia en alimentos o agua no indica necesariamente que haya microorganismos patógenos en la muestra, pero sí indica que existe mayor riesgo de presencia de otras bacterias y virus transmitidos por heces, como *Salmonella* spp o el virus de la hepatitis A, que son patógenos; por este motivo la *Escherichia coli* se usa como indicador para identificar muestras de agua y alimentos que pueden contener niveles inaceptables de contaminación fecal (Odonkor y Ampofor, 2013).

2.2.3. Parásitos indicadores de contaminación del agua

La aparición de parásitos es condicional, lo que se relaciona esencialmente con el saneamiento, porque si no tenemos acceso al agua no podemos disponer adecuadamente de los excrementos, desechos líquidos y sólidos, también se relaciona con el ambiente natural o de las modificaciones introducidas por el hombre (industrias, represas, carreteras, basurales, cultivos agrícolas y proyectos pecuarios, deforestación, contaminación de aguas, suelos y atmósfera, etc.)



(Huamuro, 2019). Así como el no tener como costumbre el lavado de manos antes y después de usar el sanitario, poco uso de calzado, la inadecuada manipulación de los alimentos, dietas poco balanceadas, viviendas en un alto porcentaje con pisos en tierra, la baja escolaridad de los padres y la precaria capacidad adquisitiva de estas familias, lo que además se agrava cuando por su incapacidad de pago no tiene posibilidades de acceder a la prestación de los servicios de salud en una alta proporción (López, 2014). Dentro de estos parásitos patógenos transmitidos por el agua se tiene a dos grupos: protozoos y helmintos.

a) Protozoos

La mayoría de estas formas parasitarias, quistes u ooquistes y trofozoítos, permanecen en el proceso de filtración del sistema de tratamiento, ya que algunos ooquistes son resistentes a la cloración (Sánchez, 2018), presentan etapas con reproducción asexual y sexual, la vía de transmisión es fecal-oral; el quiste es el estadio importante por su forma infectante y de resistencia, el trofozoíto es el estadio trófico ingresan al interior de los macrófagos. A diferencia de los apicomplexos con tres fases en el ciclo, dos asexuales y una sexual (Flores, 2017).

Estas aguas son una fuente de enfermedades diarreicas en los animales que las habitan, y en algunos casos actúan como agentes oportunistas, causando enfermedades graves, especialmente en individuos jóvenes, ancianos o enfermos (Coaquira, 2018). Los protozoos patógenos más comunes que se encuentran en suelos contaminados son: *Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica*, *Balantidium coli*, *Blastocystis* sp, *Enterocytozoon bieneusi*, *Encephalitozoon intestinalis*, *Cryptosporidium* spp algunas otras especies de

coccidios tales como *Cystoisospora belli* y *Cyclospora cayetanensis* (Ríos y Agudelo, 2017).

Figura 1

Fases del ciclo vital de los sarcodinos y ciliados



Fuente: Cázares y Alcántara (2014)

b) Helmintos

Los helmintos son organismos pluricelulares conocidos popularmente como lombrices (Romero, 2018). El huevo representa el estadio más importante debido a que se encuentran en mayor cantidad en el agua, así mismo los huevos son utilizados como indicadores de contaminación fecal de las aguas, se caracterizan por tener una alta resistencia a la temperatura, humedad y pH e incluso al proceso de desinfección en el tratamiento de agua, estos helmintos se transmiten por vía fecal-oral (Campos et al., 2018). Los helmintos incluyen parásitos trematodos, cestodos y nematodos. Todos ellos se reproducen a través de huevos, por lo que su diagnóstico se basará en la visualización de larvas como de huevos (Cruz, 2006).

2.2.3.1. *Giardia lamblia*



Giardia lamblia es un protozoo flagelado, tiene dos estadios durante su ciclo de vida: el trofozoíto es la forma trófica o vegetativa que producen las manifestaciones clínicas, y el quiste, que es la estructura de resistencia y transmisión (Becerril, 2011). Los trofozoítos habitan en la superficie de la mucosa del duodeno y la parte superior del yeyuno, donde se multiplican por fisión binaria, favorecidos por el pH alcalino de esta región; permanecen firmemente adheridos a las microvellosidades mediante un potente disco succionador, aunque también pueden encontrarse libres en la luz intestinal, rara vez invaden la mucosa, y solo se pueden observar en heces blandas o líquidas (Díaz y Fernández, 1996).

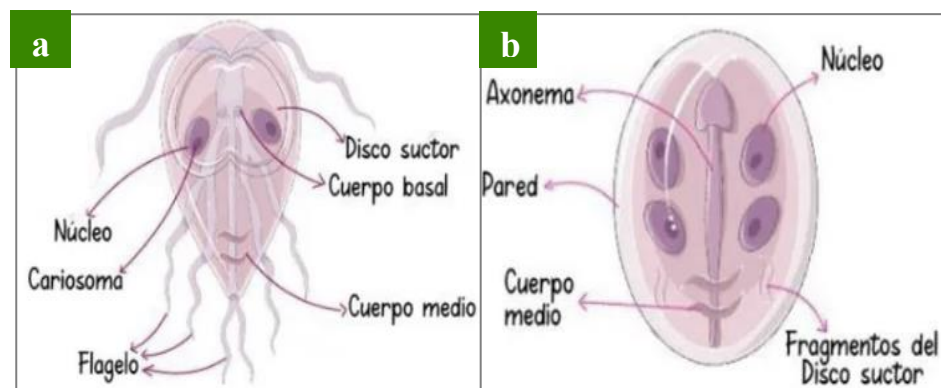
Trofozoíto: Es piriforme, mide 8-12 μm de largo y 5-8 μm de ancho, tiene forma de pera, es convexo posterior y medialmente, su superficie ventral está hundida, con ventosas prominentes o discos adhesivos, y es el órgano más importante de la mucosa intestinal del anfitrión (Asencio, 2018). Tiene dos núcleos, cuerpos basales, cuatro pares de flagelos, cuerpo medio y vacuolas periféricas, el disco suctor se encuentra en la región anteroventral del trofozoíto, es cóncavo, un poco asimétrico y compuesto de tubulina, giardinas y otras proteínas contráctiles (Becerril, 2011), estos impulsan el trofozoíto de manera desigual, similar a la caída de una hoja (Lauren, 2012). Otros orgánulos incluyen el aparato de Golgi (descrito como trofozoítos encapsuladores), lisosomas y ribosomas; no se encontraron mitocondrias ni retículo endoplásmico liso (Beato y Caballero, 1999).

Quiste: es una estructura ovalada de menor tamaño, que mide entre 6-7 μm de ancho y 10-12 μm de longitud, y contiene 2 a 4 núcleos. En su

citoplasma se encuentran axonemas flagelares, vacuolas, ribosomas y fragmentos del disco ventral; las estructuras internas presentes en el trofozoíto aparecen de forma desordenada dentro del quiste (Lujan, 2006). Tiene como característica fundamental ser la fase de resistencia que le permite vivir en el medio ambiente; esta característica se debe a la denominada pared quística (Romero, 2018). Uno de los aspectos relevantes en el estudio de esta parasitosis es conocer los mecanismos involucrados en la inducción del enquistamiento, con la finalidad de proponer estrategias para su control (Jesús y Soriano, 1995).

Figura 2

Trofozoíto a. y quiste b. de Giardia lamblia



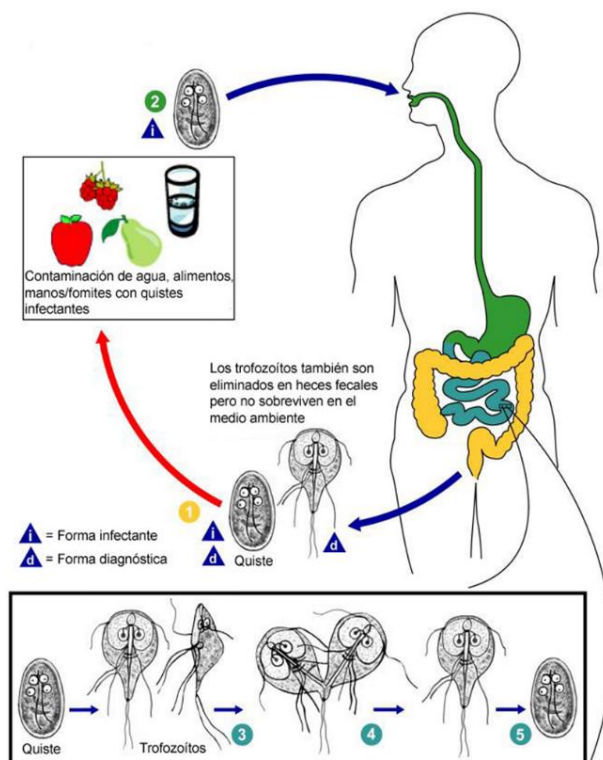
Fuente: <https://www.udocz.com/apuntes/253658/giardia-lamblia>

Ciclo biológico: Los quistes eliminados en las heces de humanos y animales pueden contaminar el agua y los alimentos. El mecanismo de infección se produce por fecalismo, y la dosis mínima infectiva es de 10 quistes. La activación comienza cuando los quistes pasan por el estómago, donde se exponen al pH ácido, y se desenquistan en el duodeno debido al cambio hacia un pH alcalino. Este proceso es rápido, y los trofozoítos se dividen asexualmente por fisión binaria longitudinal después de salir del

quiste y en ocasiones antes de terminar su salida. Las sales biliares y el colesterol favorecen su crecimiento, lo que promueve la colonización de duodeno, yeyuno e incluso íleon. La duración del ciclo celular varía entre seis y 20 horas o más (Feely, 1986; Ponce-Macotela et al., 1990). El enquistamiento se inicia debido a la escasez de colesterol; es probable que la carencia del colesterol en la membrana citoplasmática active la expresión de genes codificadores de las proteínas del enquistamiento (Luján et al., 1998). Cuando los quistes se excretan con las heces ya son infectivos.

Figura 3

Ciclo biológico de Giardia lamblia:



Fuente: Catarina (2014).

Ciclo biológico: La infección por *Giardia lamblia* inicia al ingerir quistes maduros (2), el desenquistamiento ocurre en duodeno, se liberan



dos trofozoítos (3) los cuales se multiplican por fisión binaria (4). A medida que migran a la parte final del intestino ocurre el enquistamiento (5), los quistes infectivos se eliminan en las heces (1) (Rodríguez, 2010)

2.2.3.2. *Entamoeba coli*

Esta es la ameba no patógena, y se alimenta de bacterias y levaduras (Romero, 2018),

Trofozoíto: Los trofozoítos miden entre 15 y 50 μm . Presentan poca movilidad y tienen una dirección no marcada, pseudópodos romos y cortos, no hialinos, y sin diferenciación ectoplasmática y endoplásmica (Lauren, 2012). Con continuidad, el núcleo es visible cuando se realiza tinciones. Cuando se somete a tinción se visualiza un cariosoma irregular, no compacto, de gran tamaño, a menudo de localización excéntrica y rodeada por un halo de material sin teñir (Bárbara y Navarro, 2011). La cromatina perinuclear tiene la forma de gránulos gruesos, con tamaño y distribución irregulares. Sin embargo, algunos trofozoítos pueden presentar núcleos con un cariosoma central y cromatina periférica uniforme, en ocasiones, se observan gránulos de cromatina dispersos entre el cariosoma y la cromatina perinuclear, formando una estructura radial (Coaquira, 2018). En la mayoría de los casos, el citoplasma es granular y altamente vacuolado, y puede contener bacterias, levaduras y otros detritos, es común encontrar esporas diminutas del hongo *Sphaerita*, excepto en raras oportunidades, el citoplasma no contiene glóbulos rojos (De Fuentes y Blanco, 2008).

Quiste: Se pueden observar formas prequísticas de complicada

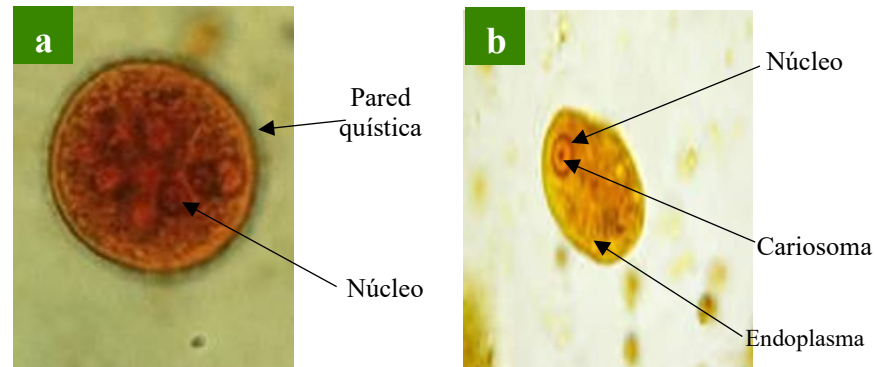


adscripción específica. Los quistes varían en tamaño entre 10 y 35 μm , siendo más comunes los que miden entre 15 y 25 μm . Generalmente, tienen una forma redonda u ovalada, y su pared presenta una gran variabilidad (Torres, 2019). En cuanto a su estructura, los quistes maduros suelen presentar 8 núcleos, sin embargo, los quistes hipernucleares, que contienen 16 núcleos o más, son muy raros, aunque es poco frecuente encontrar estos quistes hipernucleados se han documentado en algunos casos. Los núcleos y los cariosomas (estructuras nucleares) pueden observarse en la mayoría de los casos en los quistes sin teñir; no obstante, es más fácil identificar los cariosomas en quistes inmaduros, ya sean mono o binucleados, dado que en estos la estructura es más grande (Henaó y Toro, 1916).

La estructura nuclear de los quistes es observable mediante tinciones permanentes, aunque no se presenta con tanta claridad como en los trofozoítos. El cariosoma puede aparecer de forma compacta o difusa, y su ubicación puede ser central o excéntrica. La cromatina periférica varía en apariencia, desde gránulos gruesos e irregulares hasta una disposición más uniforme, en comparación con la que se observa en los trofozoítos (Gallego y Heredia, 2014). En los quistes inmaduros, el citoplasma contiene una gran cantidad de glucógeno, mientras que los núcleos se distribuyen alrededor del quiste; a medida que los quistes maduran, proliferan y también pueden contener glucógeno; los cuerpos cromatoidales, por su parte, suelen tener forma de astilla, aunque en raras ocasiones pueden ser acintados o filiformes, con extremos irregulares (Bárbara y Navarro, 2011).

Figura 4

Trofozoito a. y quiste b. de Entamoeba coli



Fuente: Mohammed (2018)

Ciclo biológico: Tiene varias etapas, van a depender de los nutrientes o de la ausencia de estos en el medio que lo rodea (Coila, 2022).

Trofozoito: Actualmente, se ha observado que esta especie se reproduce mediante fisión binaria. Las amebas son incoloras y tienen un tamaño de entre 20 y 30 micrones. En su endoplasma, se pueden ver vacuolas digestivas que contienen bacterias en su interior; los movimientos de la ameba comienzan de manera lenta, con la formación de pseudópodos cortos y con escaso desarrollo (Torres, 2019).

Prequiste: Cuando el trofozoito comienza a prepararse para la enquistación, elimina los restos de alimentos no consumidos de su citoplasma, y se incrementan las señales que circulan en su entorno (Coila, 2022).

Quiste inmaduro: En esta etapa, la ameba desarrolla inicialmente una capa protectora resistente, que le permite defenderse del duro entorno



externo, paralelamente, comienza a formarse una vacuola que contiene glucógeno en su interior (Lurigancho, 2013).

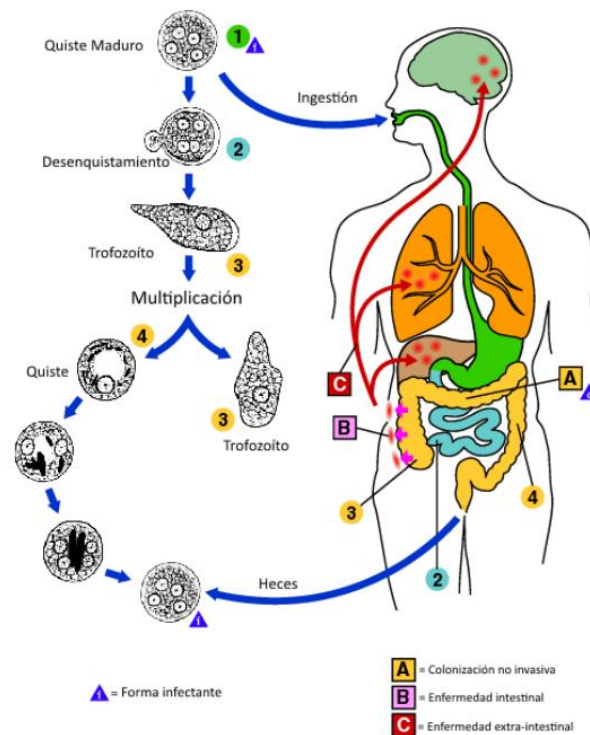
Quiste maduro: El núcleo del quiste se divide tres veces, lo que da lugar a un total de 8 núcleos. En el citoplasma de un quiste maduro, se pueden observar espículas o estructuras inusuales conocidas como cromátidas; además, es posible distinguir entre la vacuola y el glucógeno presentes en su interior (Lauren, 2012).

Metaquiste: En esta etapa, el tejido se vuelve liso y explosivo, escapando de la masa octanucleada. El citoplasma del metaquiste se divide en ocho células, dando lugar al trofozoíto metaquístico (Lauren, 2012).

Trofozoíto metaquístico: Esta es la fase final del metaquiste. Al empezar su alimentación se desarrollan y crecen formando el trofozoíto, cerrando así el ciclo de vida (Elisa, 2012).

Figura 5

Ciclo biológico de Entamoeba coli



Fuente: CDC (2015a)

Ciclo de vida: El parásito se adquiere al ingerir quistes infectivos o maduros (1) a través de alimentos o agua contaminada. Estos quistes resisten las secreciones gástricas y pancreáticas, pero los cambios de pH debilitan su pared, lo que desencadena la duplicación de los cuatro núcleos presentes. Finalmente, el desenquistamiento (2) ocurre en la porción final del intestino delgado (íleon), liberando ocho formas parasitarias conocidas como trofozoitos (3). Estas formas móviles migran al intestino grueso, donde se multiplican por fisión binaria. El proceso de enquistamiento inicia cuando el trofozoito avanza a través del intestino grueso y culmina con la formación de un quiste mononuclear (4). Posteriormente, a través de procesos de división nuclear, se generan quistes tetranucleados. Tanto



los trofozoítos como los quistes son expulsados con las heces; los trofozoítos mueren en el ambiente, pero los quistes, gracias a la protección de su pared, pueden sobrevivir hasta dos semanas en el medio externo, especialmente en climas húmedos (CDC, 2015b; Espinosa y Martínez, 2000; Tanyuksel y Petri, 2003).

2.2.3.3. *Ascaris lumbricoides*

Es un gusano que pasa por varias fases en su ciclo de vida: huevo, cuatro fases larvales y, finalmente, el estadio adulto, que puede ser macho o hembra, ya que es dioico (con sexos separados), en su cuerpo existen sistemas urinario, nervioso, digestivo y reproductor, este último completamente desarrollado cuando alcanza la fase adulta; en su etapa adulta, la hembra puede llegar a medir entre 15 y 45 cm y pueden contener hasta 27 millones de huevos y se estima que su oviposición es de 200 000 huevos diarios (Becerril, 2011).

Se pueden observar dos tipos de huevos: fecundados y no fecundados; los huevos fecundados son ovoides, con una cápsula gruesa y transparente formada por tres capas: la interna, o membrana vitelina, de naturaleza lipóide; la media, derivada del glucógeno; y la externa, o albuminoide, que presenta mamelones; estos huevos miden entre 50 y 65 μm de largo por 45 y 50 μm de ancho; las hembras que no se aparearon con machos depositan huevos no fecundados, a este fenómeno se le denomina partenogénesis, y lo que ponen son óvulos, más largos y estrechos, sin membrana vitelina, cubierta muy delgada, y en general carecen de mamelones; miden 85 a 90 μm de longitud por 30 a 40 μm de

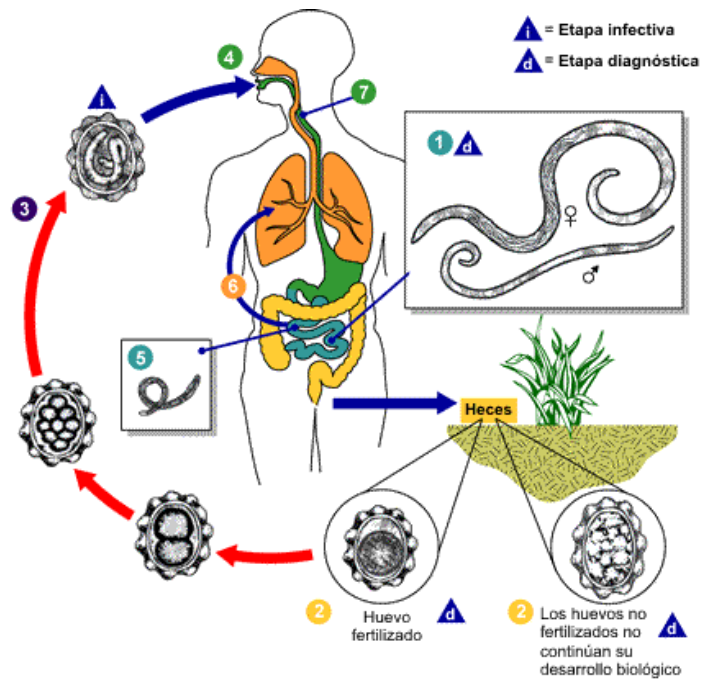


ancho (Becerril, 2011).

Ciclo biológico: El ser humano actúa como huésped de *Ascaris lumbricoides*, un parásito monoxeno, ya que requiere un único huésped para completar su ciclo biológico; el sitio preferido y definitivo de establecimiento del parásito es el intestino delgado, donde el macho y la hembra copulan en la luz intestinal, después de varios días, la hembra oviposita, liberando los huevos que caen a la luz intestinal y son expulsados al exterior junto con la materia fecal del huésped infectado, en el momento de su eliminación, los huevos no son infectivos, debido a que para alcanzar su fase infectiva, necesitan entre 15 y 21 días de desarrollo en condiciones específicas: un suelo arcilloso-arenoso, humedad adecuada y una temperatura ambiental entre 21 y 35 °C, con un promedio de 25 °C; durante este tiempo en la tierra, el huevo experimenta una transformación interna, inicialmente, se forma una larva de primer estadio; tras 5 a 10 días, la larva muda y se convierte en una larva de segundo estadio, es en este punto donde el huevo larvado, que contiene la larva de segundo estadio, adquiere su fase infectante para el ser humano (Becerril, 2011).

Figura 6

Ciclo biológico de Ascaris lumbricoides.



Fuente: García et al. (2009)

Los gusanos adultos (1) habitan en el lumen del intestino delgado, donde una hembra puede producir aproximadamente 200,000 huevos al día. Estos huevos son eliminados a través de las heces (2). Aunque los huevos no fertilizados pueden ser ingeridos, no son infectivos. Los huevos fértiles, en cambio, se embrionan y se vuelven infectivos entre los 18 días y varias semanas (3), dependiendo de las condiciones ambientales, siendo óptimas un suelo húmedo, cálido y sombreado; cuando se ingieren huevos infectivos (4), las larvas eclosionan (5), invaden la mucosa intestinal y son transportadas por la circulación portal hacia la circulación sistémica, llegando finalmente a los pulmones. En los pulmones, las larvas maduran durante 10 a 14 días (6), tras lo cual penetran las paredes alveolares y ascienden por el árbol bronquial hasta la garganta, donde son deglutidas nuevamente (7). Finalmente, al alcanzar el intestino delgado, las larvas



completan su desarrollo hasta convertirse en gusanos adultos (8). El ciclo completo, desde la ingestión de los huevos infectivos hasta la puesta de huevos por la hembra adulta, dura entre 2 y 3 meses. Los gusanos adultos pueden vivir en el huésped entre 1 y 2 años (Murray et al., 2005).

2.2.3.4. *Taenia sp*

Las Taenias pertenecen a la clase Cestoda y son parásitos intestinales en su fase adulta, mientras que en su fase intermedia también se presentan como parásitos. Son hermafroditas y su ciclo de vida requiere un hospedero intermediario. Los cestodos carecen de un canal alimentario, por lo que obtienen nutrientes por absorción a través de su tegumento, el cual facilita el transporte de moléculas. Además, presentan un sistema de excreción a través de células tipo flama (Molina et al., 2019). En cuanto a su reproducción, puede ocurrir de varias formas: entre el óvulo y el espermatozoide de la misma proglótide, mediante copulación entre proglótides adyacentes del mismo parásito o incluso entre proglótides de diferentes individuos dentro del hospedero (Molina et al., 2019).

La fase adulta de la *Taenia* se caracteriza por tener un cuerpo aplanado dorso-ventralmente, dividido en tres regiones principales. La primera es la cabeza o escólex, que está equipada con ventosas para su fijación, y en algunas especies, incluye un rostelo con ganchos. La segunda región es el cuello, la parte más angosta, rica en células germinales, a partir de las cuales se forma el cuerpo o estróbilo. El estróbilo está compuesto por segmentos llamados proglótides. Las proglótides cercanas al cuello son indiferenciadas, mientras que las proglótides maduras, situadas en la



mitad del estróbilo, contienen los órganos reproductores tanto femeninos como masculinos. Finalmente, las proglótides terminales, que ya han realizado la fecundación, son llamados proglótides grávidas y están llenos de huevos (Molina et al., 2019).

Ciclo biológico: Los huéspedes intermediarios son generalmente herbívoros, aunque las larvas también pueden encontrarse ocasionalmente en perros y gatos; un huésped intermediario se infecta al ingerir los huevos (o las proglótides con huevos en su interior) que son excretados en las heces de los huéspedes definitivos, es donde los huevos pueden ser transportados por fómites y diseminarse a través de insectos coprófagos y aves, los animales que pastan pueden ingerir los huevos a través de pasturas, vegetación o agua contaminada; los seres humanos, por su parte, pueden ingerir huevos de tenias al consumir frutas y vegetales contaminados o al entrar en contacto con el suelo contaminado; también es posible que contraigan la infección a través de agua contaminada (OIE, 2005).

2.2.3.5. *Hymenolepis nana*

Es un cestodo pequeño, ya que por lo general no mide más de 45 mm de largo en su fase adulta, si bien en infecciones experimentales en el ratón se obtuvieron parásitos de 21 cm de longitud; su tamaño es inversamente proporcional al número de individuos que se encontraron; es decir, si un paciente está infectado por decenas o cientos de estos gusanos, por lo general son de tamaño pequeño, quizá menos de 4 cm, debido a competencia; pero cuando se han observado sólo dos o tres gusanos, miden



más de 10 cm cada uno (Becerril, 2011).

Estos parásitos son blanquecinos y de aspecto filamentosos. *Hymenolepis nana*, también conocida como la "tenia enana", mide entre 2 y 4 cm de longitud. Durante su ciclo de vida, pasa por una etapa intermedia llamada larva o cisticercoide, que se encuentra entre el huevo y el parásito adulto. *H. nana* es el único cestodo humano cuyo ciclo biológico completo se desarrolla en un solo hospedero, su mecanismo de transmisión más común es a través de la ingestión de alimentos contaminados con huevos del parásito (Ávila, 2017).

Los huevos que liberan los proglótidos grávidos son esféricos y hialinos, miden 30 a 50 μm de diámetro y contienen una oncosfera o embrión, la oncosfera tiene una membrana externa delgada y una interna lipoproteica; también contiene tres pares de ganchos que son móviles debido a su fijación muscular (Becerril, 2011).

Ciclo biológico: Puede ser de dos tipos: directo e indirecto. El directo que no requiere de un huésped intermediario, mientras que el indirecto sí necesita de un huésped (Aceituno y Quispe, 2015).

2.2.4. Normativa de la calidad de agua potable en el Perú

La legislación peruana desde el año 2017 tiene una normativa establece que toda persona tiene el derecho a disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida; ello establece los límites para diferentes elementos físicoquímicos y biológicos según tipos de cuerpos de agua y sus usos a los cuales están destinados, mediante el DS N° 004-2017-MINAM. Estas normas de calidad del agua para consumo del hombre, dependen del ministerio

del ambiente, esta publica los estándares de calidad ambiental para agua; así mismo, determinan disposiciones complementarias, también nos dice que los ECA's están enfocados en cuidar el ambiente (MINAM, 2017).

Tabla 1

Calificación de los límites máximos permisibles de parámetros bacteriológicos y parasitológicos para la calidad del agua potable.

Parámetro	Unidad de medida	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
Coliformes Totales (35- 37 °C)	NMP/ 100 ml	50	**	**
Coliformes fecales (44.5 °C)	NMP/ 100 ml	20	2 000	20 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/ 100 ml	0	**	**
Formas Parasitarias	N° Organismos/l	0	**	**

** El parámetro no aplica para esta Subcategoría

Fuente: DS N° 004-2017-MINAM

2.2.5. Métodos para determinar el análisis microbiológico en aguas

2.2.5.1. Número más probable (NMP)

El método de número más probable NMP es el cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes en la combinación de resultado positivo y negativo obtenido en cada dilución (Gonzales, 2015), este método se basa en la hipótesis de una dispersión de Poisson o dispersión aleatoria, que la densidad bacteriana se obtiene contando el número de



tubos con fermentación positiva y comparando con la tabla del número más probable para coliformes Totales y *Escherichia coli*, con un nivel de confianza estadística del 95% para cada valor determinado y expresado como NMP de coliformes por 100 mL de muestra de agua (Camacho et al., 2009).

2.2.5.2. Conteo de placas

El conteo celular se puede realizar utilizando un microscopio junto con una cámara de conteo Petroff-Hauser, estas celdas de conteo están diseñadas de manera que cada cuadrado de la cámara corresponde a un volumen específico, dado que la profundidad es conocida, pero dado que esta técnica no permite diferenciar entre células vivas y muertas, los resultados del ensayo se reportan como conteo total (Crites y Tchobanoglous, 2000).

2.2.5.3. Cultivo en placa

Son métodos utilizados para realizar siembra, identificación y conteo de bacterias; en el método de vertido en placa, la muestra de agua a analizar se somete a diluciones sucesivas, una pequeña cantidad de cada dilución se coloca en una caja de Petri para la siembra de bacterias; por otro lado, el medio de cultivo se calienta hasta alcanzar un estado líquido, de modo que pueda verterse sobre la muestra de agua diluida, luego, la caja se incuba bajo condiciones controladas para permitir el crecimiento de las bacterias (Trigos, 2017).

Después de la incubación, las colonias que aparecen son contadas, asumiendo que cada colonia se originó a partir de una sola bacteria; el



número total de bacterias se calcula en función de la dilución correspondiente (Crites y Tchobanoglous, 2000)

2.2.5.4. Filtro de membrana

La filtración por membrana es un proceso de separación física en el que se utiliza una membrana semipermeable para retener partículas cuyo tamaño es mayor que el diámetro de los poros de la membrana o su selectividad (Calero, 2016). Las bacterias quedan retenidas en el filtro, ya que su tamaño es mayor que el de los poros de la membrana; posteriormente, el filtro de membrana con las bacterias se coloca en contacto con agua que contiene los nutrientes necesarios para su crecimiento; después de la incubación, se pueden contar las colonias de bacterias coliformes, y con base en ello se calcula su concentración en la muestra original de agua (Crites y Tchobanoglous, 2000).

CAPÍTULO III

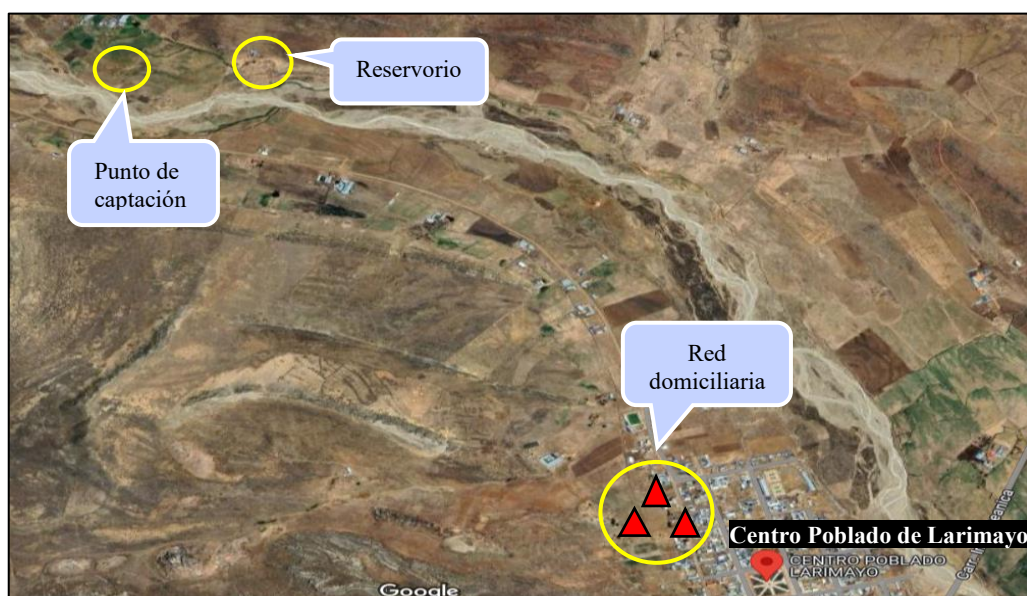
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado de Larimayo - Antauta, Provincia de Melgar, Región de Puno, localizado al Norte de la ciudad de Puno, a una distancia de 267.2 km y 4059 metros de altitud, atravesado de norte a sur por el río Pirhuani, está dividido en 8 barrios y 5 parcialidades, cuyas coordenadas son -70.347211 longitud oeste del meridiano de Greenwich y -14.496609 latitud sur (Figura 7). El estudio se realizó en la captación de agua localizado en el Sector Sachachupa hasta el reservorio de agua potable de donde se distribuye a la población, se tomaron muestras en 5 puntos luego se transportaron. Los análisis de aguas se desarrollaron en el Laboratorio Microbiología Clínica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA Puno.

Figura 7

Ubicación geográfica de los puntos de muestreo de aguas en el Centro Poblado de Larimayo.



Fuente: Imagen satelital del Google Earth.

3.2. DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación fue observacional, debido a que los datos fueron recolectados directamente de la realidad sin ninguna manipulación de las variables de estudio (Sampieri, 2006), en este caso los parámetros bacteriológicos y parasitológicas de los puntos de muestreo del sistema de agua potable del Centro poblado de Larimayo, y es de tipo descriptivo y longitudinal; descriptivo porque se determinaron los parámetros bacteriológicos como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*; presencia de formas parasitarias encontrados en las muestras de agua recolectadas, comparándose los resultados con las normas legales vigentes del MINAM y la DIGESA; longitudinal, en razón de que el análisis de aguas fue manera mensual durante tres meses; se registraron los valores de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y se identificaron los parásitos en muestras que procedieron del ojo de agua, reservorio y piletas del centro poblado de Larimayo, Anatuata, Melgar, Puno.

3.3. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

La población en estudio estuvo conformada por las aguas del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Larimayo distrito de Antauta, provincia de Melgar-Puno. Se tomaron en cuenta 15 muestras provenientes de cinco puntos de muestreo correspondientes al sistema, ojo de agua, reservorio principal. Red domiciliaria de 3 barrios (Señor de Huanca, Héroes de Cenepa y Miraflores). Cada punto de muestreo con tres repeticiones, que se evaluó de manera mensual durante junio, julio y agosto del 2024. El muestreo fue no probabilístico para los puntos de muestreo del ojo de agua y reservorio, en cambio para la red domiciliaria fue aleatorio, tal como muestra la siguiente tabla:

Tabla 2

Número de muestras de agua por puntos de muestreo en el Centro Poblado de Larimayo según meses.

Meses de muestreo	Puntos de muestreo					Total
	Ojo de agua	Reservorio	Piletas			
			Barrio Señor de Huanca	Barrio héroes de Cenepa	Barrio Miraflores	
Junio	1	1	1	1	1	5
Julio	1	1	1	1	1	5
Agosto	1	1	1	1	1	5
Total	3	3	3	3	3	15

Fuente: Elaboración propia

3.4. CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y *Escherichia coli* EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024.

3.4.1. Toma de muestras para análisis bacteriológico

Para la toma de muestra de agua se realizó tomando en cuenta el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano según R.D. N° 160-2015 / DIGESA /SA (DIGESA, 2010)

Un día antes de la toma de muestras se esterilizaron los materiales necesarios en la autoclave, después los frascos de vidrio debidamente rotulados y envueltos con papel Kraft, se trasladaron en cooler hasta el campo de muestreo. Una vez llegado al sitio de muestreo se colocó la indumentaria de protección



personal, el primer punto de muestreo fue en el ojo de agua, primero se removió todo tipo de maleza, residuos y/o desechos ubicados alrededor, después se tomó la muestra en el frasco de vidrio de 500 ml sin enjuague a una profundidad de 20 cm o 30 cm y dejando un espacio de 2,5 cm (DIGESA, 2015), del mismo modo, el segundo punto de muestreo fue en el reservorio y se tomó de la misma manera. Para la toma de muestras de piletas se quitaron los accesorios externos, como las boquillas contra las salpicaduras, tubos de goma, entre otros, seguidamente se desinfecto el grifo interna y externamente con alcohol de 70%, luego se dejó correr el agua durante 2 minutos para que pueda limpiar la salida, pasado el tiempo se tomó la muestra en el frasco de vidrio correspondiente, después de tomar las muestras se colocaron en el cooler para transportar hasta el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas UNA - Puno para realizar el análisis.

3.4.2. Cuantificación de coliformes totales

3.4.2.1. Método: Número Más Probable (NMP).

3.4.2.2. Fundamento: El número más probable (NMP) es el cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes en la combinación de resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución, donde se requieren tres diluciones para la obtención del código del NMP, donde las tablas de NMP se basan en la hipótesis de una dispersión de Poisson (dispersión aleatoria) y la densidad bacteriana se obtiene a través de la fórmula facilitada a través de tablas en las que se presenta el límite de confianza de 95 % para cada valor determinado y se expresa como NMP de coliformes/100ml (Laura, 2000; Pascual y Calderón, 2000).



3.4.2.3. Procedimiento:

- **Prueba presuntiva:** Para esta prueba se utilizó el medio de cultivo caldo lauril sulfato para coliformes totales, donde se procedió a colocar considerando volúmenes de, 10 ml, 1 ml y 0.1 ml de cada muestra de agua potable en una serie de 9 tubos en donde contenían 9 ml de caldo lauril sulfato con campanas Durham invertidos en su interior, donde los primeros 3 tubos contenían doble concentración y los 6 tubos restantes de concentración simple, luego se llevaron a incubar debidamente rotulados a 37 °C en lapso de 24 a 48 horas, pasado el tiempo se hizo una lectura y se anotó los resultados positivos y negativos (Laura, 2000; Pascual y Calderón, 2000). En tubos negativos, el examen se da por terminado, reportando la ausencia de coliformes totales y fecales en la muestra analizada; y en los tubos positivos se realizó la anotación y se procedió a realizar la prueba confirmatoria para coliformes fecales (Gallego y Heredia, 2014).

Interpretación: Todos los tubos que resultaron positivos para prueba presuntiva fueron lecturados y registraron convenientemente y se procedió a realizar la prueba confirmatoria para Coliformes fecales.

- **Prueba confirmativa:** Se utilizó el medio de cultivo para coliformes fecales, caldo verde brillante bilis, este es un medio de cultivo selectivo, aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo de coliformes; se transfirió un inóculo de cada tubo positivo de la prueba presuntiva a tubos que contenían el medio de cultivo, caldo



verde brillante bilis con campanas Durham invertidos en su interior; luego se incubó a 44.5 °C durante 48 horas, debido a que los coliformes fecales crecen a una temperatura más alta (Saxena et al., 2015); esta prueba redujo la posibilidad de resultados falsos positivos que pueden ocurrir por la actividad metabólica de bacterias formadoras de esporas (Gallego y Heredia, 2014). La formación de gas, el enturbiamiento y la fermentación dentro de un plazo de 48 horas son pruebas confirmativas de la presencia de coliformes; los resultados se expresaron en términos de número más probable (NMP) de coliformes (Laura, 2000; Pascual y Calderón, 2000).

Lectura: En ninguno de los tubos se observó producción de gas, aunque se haya observado turbidez. En estos casos, se consideró negativo, asignándose el código 0, 0, 0 para el cálculo del NMP (tabla del número más probable al 95 % de confiabilidad).

Interpretación: La concentración de coliformes totales fue comparada con el límite máximo permisible, 50 NMP/100 ml (MINAM, 2017), para la determinación de la calidad de agua potable.

- **Ordenamiento de datos:** Los datos del análisis bacteriológico, fueron tabulados en el software Excel, y grafica de líneas.
- **Análisis estadístico:** Los datos cuantitativos del análisis bacteriológico positivas y/o negativos a la contaminación se analizaron según indicadores de calidad mediante grafica de líneas.



3.5. EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE FORMAS PARASITARIAS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024.

3.5.1. Toma de muestras para análisis parasitológico

Para evaluar la presencia de parásitos en aguas para consumo humano se procedió a preparar 5 frascos limpios con boca ancha con un volumen de 1 litro, se esterilizaron y se trasladaron en cooler hasta el campo de muestreo, la toma de muestra se realizó en los mismos puntos de muestreo bacteriológico, ojo de agua, reservorio y red domiciliaria de los tres barrios, para tomar la muestra se abrió el frasco y se sumergió a unos 30 cm debajo de la superficie (DIGESA, 2015).

3.5.2. Determinación de parásitos

3.5.2.1. Procedimiento

- las muestras de agua tomadas de los tres puntos de muestreo (ojo de agua, reservorio y red domiciliaria de tres barrios) se dejaron reposar durante 48 horas, pasado el tiempo se decantó el agua quedando solo el sedimento y evitando remover. En un tubo de ensayo se colocó el sedimento luego se le agregó 10 ml de suero fisiológico a cada tubo, luego se llevó para centrifugar durante 5 minutos, seguidamente se procedió a decantar el sobrenadante y con una pipeta Pasteur descartable se retiró una gota del sedimento para luego colocar en un portaobjeto y se observó al microscopio a 40x (Gallego y Heredia, 2014).

Lectura: Se realizaron buscando la presencia de quistes de protozoarios patógenos, huevos y larvas de helmintos.



Interpretación: La presencia de formas parasitarias fueron comparadas con el límite máximo permisible, 0 N° Organismo/L (MINAM, 2017), para la determinación de este parámetro de calidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y *Escherichia coli* EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024

Tabla 3

Concentración de coliformes totales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo del sistema de agua potable en el Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto 2024.

Coliformes totales NMP/100ml				
Punto de muestreo	Puntos de muestreo del sistema	Repeticiones		
		Junio	Julio	Agosto
P1	Ojo de agua	0	0	0
P2	Reservorio	0	4	4
P3	Pileta 1	0	0	0
P4	Pileta 2	0	0	4
P5	Pileta 3	0	0	0

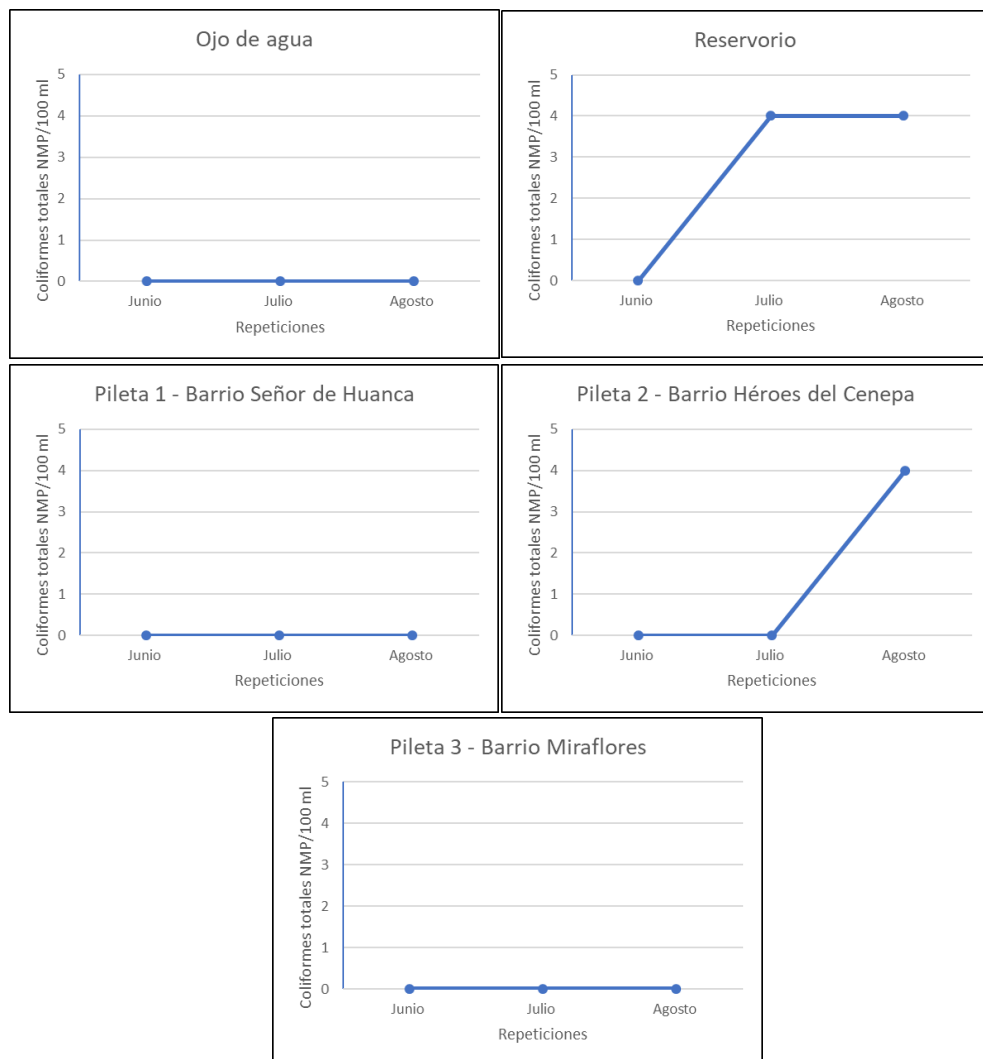
Fuente: Elaboración propia 2024

En la Tabla 2 y Figura 8, se aprecian los recuentos de coliformes totales en el periodo de estudio (junio a agosto del 2024), en los puntos de muestreo del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo: ojo de agua, reservorio y red domiciliaria (Barrios, Miraflores, Señor de Huanca y Héroes del Cenepa). En el mes de junio los recuentos fueron 0 NMP/100 ml en todos los puntos de muestreo; en el mes de julio presentaron nuevamente 0 NMP/100 ml a excepción del reservorio con recuentos de 4 NMP/100 ml, finalmente en el mes de agosto, el ojo de agua mantuvo el recuento de 0

NMP/100 ml, en el reservorio se presentaron 4 NMP/100 ml al igual que en la pileta 2 con 4 NMP/100 ml. Presentándose poca carga de coliformes totales.

Figura 8

Líneas de concentración de coliformes totales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto del 2024.



Fuente: Elaboración propia 2024

Los resultados de la concentración de coliformes totales encontrados fueron similares a lo reportado por Poma (2021), quien determinó la calidad microbiológica y parasitológica de agua en el sistema de agua potable de la Comunidad Campesina de San



Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, de la provincia de Pasco, reportando que cumplen con la normativa del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Así mismo, con Trigos (2017), quien, en su estudio de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano en Alto Puno, reportó: como promedio más alto en la zona norte 5.44 NMP/100 ml; y 0 NMP/100 ml en las zonas centro y sur respectivamente. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS Nro 031-2010-SA. Por su parte, Ramírez (2020) determinó parámetros microbiológicos del agua potable en el distrito de Paucarcolla, Puno; obteniendo en coliformes totales, 20 UFC/100 ml y para coliformes termo tolerantes 50 UFC/100 ml, encontrándose ambos dentro de los parámetros establecidos según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Por otro lado, Gonzales (2023), es su estudio calidad microbiológica del agua potable en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica, reporta que la calidad de agua en los reservorios R2: Sachapite sector Bellavista, R5: Antacocha sector 3, R15: Pampachacra Villa Libertad y R16: San Gerónimo Alto, Puquiocucho, no cumplen con los límites máximo permisible (LMP) para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-S.A.).

Coila (2022), en aguas de consumo humano de piletas y pozos en la ciudad de las Cajas Reales, Chucuito (Puno), reportó en cuanto a coliformes totales en la pileta 1: 200 NMP/100 ml; en la pileta 2: 260.83 NMP/100 ml y en el pozo 1: 63.27 NMP/100 ml; pozo 2: 78.83 NMP/100 ml; pozo 3: 99.75 NMP/100ml, En coliformes fecales, en la pileta 1: 21.00 NMP/100 ml; pileta 2: 30.92 NMP/100ml; pozo 1: 6.83 NMP/100 ml, Pozo 2: 8.91 NMP/100 ml; pozo 3: 11.92 NMP/100 ml. De la misma forma, Blanco (2018) en su investigación de calidad del agua potable en el distrito de Cabanillas, provincia de San



Román, Puno, indica que los parámetros bacteriológicos en el reservorio con sólidos disueltos totales fue $370 \text{ DE} \pm 34.64 \text{ mg/L}$, coliformes totales $303.33 \text{ DE} \pm 136.50$ y coliformes fecales con $200 \text{ NMP/100 ml DE} \pm 45,83$; llegando a la conclusión que estas aguas no son aptas para el consumo humano.

Herrera y Quispe (2019), mencionan que en la zona de captación de la pileta del Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontalí (Cajamarca), presentó 79 NMP/100 ml de coliformes totales; Además, en la zona de sedimentación se encontró una contaminación de 49 NMP/100 ml por coliformes totales. En la zona de reservorio, la contaminación fue de 27 NMP/100 ml, y en el pozo de abastecimiento para las viviendas se registraron 49 NMP/100 ml de contaminación por coliformes totales. Así mismo, Guevara (2021), en su investigación de análisis microbiológico del agua potable en el centro poblado Tomaque-Bagua (Cajamarca), reportó que de los cuatro puntos de toma de muestra (captación, planta de tratamiento, reservorio y cañerías) el más contaminado fue el reservorio, obteniéndose los siguientes parámetros: 4100 NMP/100 ml de coliformes totales, 1850 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, 1650 NMP/100ml de bacteria *Escherichia coli*, 8750 UFC/ml de bacterias heterótrofas, concluyendo que el agua de ese sistema no es apta para el consumo humano.

Mientras que Elías et al. (2020), en su estudio menciona que el agua potable es apta para el consumo humano al 100% en la zona urbana, administrada por SEDALIB, y al 50% en la zona rural, administrada por JASS. Por lo tanto, no se observa una diferencia significativa en la calidad bacteriológica del agua potable clorada suministrada tanto en la zona urbana como en la zona rural. Torres (2019), en su estudio en Cuba, indica que las aguas provenientes de piletas son aptas para el consumo humano; cuatro de las muestras analizadas se clasifican como de buena calidad de agua en los distritos Caribe, Atlántico de Miraflores, siete son de calidad aceptable en el distrito de Las Coloradas.

Coliformes fecales

Tabla 4

Concentración de coliformes fecales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo del sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto del 2024.

Coliformes fecales (NMP/100 ml)				
Punto de muestreo	Puntos de muestreo del sistema	Repeticiones		
		Junio	Julio	Agosto
P1	Ojo de agua	0	0	0
P2	Reservorio	0	0	0
P3	Pileta 1	0	0	0
P4	Pileta 2	0	0	0
P5	Pileta 3	0	0	0

Fuente: Elaboración propia 2024

En la Tabla 3, se muestran los resultados de la concentración de coliformes fecales (NMP / 100 ml) según puntos de muestreo, donde en el ojo de agua, reservorio y red domiciliaria no hubo presencia de coliformes fecales (0 NMP/100 ml) durante los meses junio, julio y agosto, representando la ausencia de coliformes fecales en aguas del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo durante el periodo de estudio.

Los hallazgos de este estudio, fueron similares a lo reportado por Espinoza (2022), en su estudio bacteriológico del agua potable de consumo humano en el distrito de Tlacayán en Cerro de Pasco, quien detectó coliformes totales en pequeños valores y ausencia total de coliformes fecales o termo tolerantes, por lo cual el agua fue considerada



de calidad aceptable. De la misma forma, Pérez (2017), reportó resultados en cuanto a coliformes fecales en el distrito de Huancayo, Tambo y Chilca de 0 NMP/100 ml, en todos los casos, indicando que son aptas para el consumo humano, al igual que Quispe (2017), quien no encontró coliformes fecales en aguas de manantiales del distrito de Santa Rosa de Melgar. Mamani (2022), en su investigación sobre caracterización bacteriológica del agua potable en el Centro Poblado de Pariamarca, Pasco, menciona que, los coliformes totales sobrepasan los valores permisibles mientras que los coliformes fecales no sobrepasan los valores límites mínimos que exigen los organismos de salud. Por otra parte, Bernadac et al., (2018), en su estudio de calidad bacteriológica del agua en zonas marginadas de la ciudad de Juárez (México), reportaron que de las 145 muestras analizadas, el 68.96% presentaron coliformes totales, mientras que el 20.68% dio positivo para coliformes fecales, siendo la localidad de Siglo XXI la que presentó mayor contaminación con una media de coliformes fecales de 590 NMP/100 ml, mientras que San Agustín fue la de menor contaminación con una media de 6 NMP/100 ml.

Herrera y Quispe (2019), en su estudio sobre la calidad microbiológica del agua potable en el Centro Poblado Pachapiriana (Cajamarca), reportaron que los valores de contaminación microbiológica están por encima de los límites permisibles; este resultado se atribuye a la falta de limpieza y desinfección adecuadas de los sistemas de abastecimiento de agua; además, observaron que las cubiertas de los reservorios no eran fijas y que estos se encontraban expuestos al aire libre, lo que facilitaba el ingreso de polvo y basura. Aunque el reservorio estaba ubicado a una altura promedio, carecía de una tapa que impidiera la introducción de materiales contaminantes por parte de las personas. Estas condiciones explican la presencia de microorganismos en las muestras de agua analizadas durante su estudio.

Según el análisis de resultados de esta investigación, se podría deducir que la carga



nula de coliformes en el punto de captación puede deberse porque la zona está protegida, el material de la caja es de concreto y posee una tapa cerrada y fija. Según CARE Perú (2001) el material de construcción adecuada para sistemas de captación es de concreto y, por lo tanto, los materiales como cemento, arena limpia y grava; además debidamente tapadas, esto explica por qué no se encontraron coliformes fecales en el ojo de agua.

Por otro lado, Fernández et al. (1989), sostiene que la calidad del terreno tiene una enorme importancia, ya que los suelos arenosos generan aguas menos contaminadas al facilitar los procesos de filtración y reducir la posibilidad de ser contaminadas por factores externos, mientras que los suelos arcillosos, al ser impermeables, no producen este efecto, y el agua pasa a través de grietas, ampliando el tiempo del agua en el exterior y la posibilidad de contaminación. Teniendo en cuenta lo anterior y debido a que el terreno de la zona del ojo de agua es arenoso en este punto del Centro Poblado de Larimayo, la posibilidad de que el agua este contaminada por coliformes totales y fecales es menor, sin embargo, es importante realizar estudios geológicos del lugar para conocer mejor el tipo de suelo, los condicionantes topográficos, la permeabilidad, las grietas y las fallas pueden considerarse como factores de riesgo e influir sobre la contaminación de estas aguas. Aunque según los resultados de los parámetros evaluados, se puede afirmar que por las características de suelo en ojo de agua, que es arenoso y sin grietas, además de los factores de contaminación como la presencia cercana de excretas humanas, los lixiviados de estiércol de ganado, presencia de fisuras en el manantial, empleo de material inadecuado en la construcción, filtraciones a través del suelo, maleza, impregnación del suelo por sustancias tóxicas naturales o procedentes de vertidos de la agricultura etc. (Quispe, 2017), no tuvieron una influencia de contaminación bacteriológica ni parasitológica en el ojo de agua.

En el reservorio del sistema de agua potable, en los meses de julio y agosto



presentaron poca cantidad de coliformes totales (4 NMP/100 ml), los cuales no habrían afectado en mayor proporción la salud de las personas como si lo podrían hacer las coliformes fecales o termorresistentes (Espinoza, 2019). Los hallazgos de coliformes totales pueden deberse a que se durante la ejecución del estudio se observó que algunos habitantes del lugar extraen agua sin los cuidados necesarios, con recipientes o baldes que no están limpias, conllevando a una contaminación, además de que en los meses de julio y agosto el volumen de agua del reservorio disminuye aproximadamente 1 m en relación a su profundidad. Los cambios climatológicos y de la temperatura del agua pueden favorecer la multiplicación o concentración de los microorganismos presentes (Guevara, 2021).

Las condiciones adecuadas de protección implementadas en el Sistema de Agua Potable del centro poblado de Larimayo, explica también por qué se encontraron valores bajos de coliformes totales en el reservorio, constituyéndose en una buena práctica para mantener la calidad del agua potable, garantizando su inocuidad para la salud pública de la población beneficiaria, situación que debe ser replicada en otros sistemas de agua potable de la región. Por cuanto, según los ECAs para agua potable, los recuentos de coliformes totales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (50 NMP/100 ml) según (MINAM, 2017).

Los recuentos de coliformes fecales de 0 NMP/100 ml encontrados, muestran que no existe contaminación fecal. Según OMS (2018), las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C y producen gas se conocen como coliformes termotolerantes gramnegativas aerobias facultativas, en la mayoría de las aguas, son de la especie *Escherichia coli*, que está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y en el agua que ha estado expuesta recientemente a contaminación fecal. Muchos de los coliformes fecales no son



capaces de reproducirse fuera del intestino (Condori y Guillen, 2018). Por lo general no suelen sobrevivir en el medio acuático, ya que pasan por estrés fisiológico, su ritmo de mortalidad depende de la temperatura del agua, de la incidencia de luz solar (Arcos et al., 2005); entonces las aguas del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo no está expuesto a heces humanas ni de animales. Asimismo, al estar protegidos tanto el ojo de agua y reservorio del sistema los rayos solares no inciden directamente en el agua y la temperatura no llega a ser alta, solo en las épocas lluviosas y sequias puede haber variaciones considerables de temperatura.

De acuerdo a los análisis bacteriológicos de coliformes totales y fecales de las muestras obtenidas en este estudio, se encuentran por debajo de los límites permisibles según MINAM (2017), lo cual demuestran que la población del Centro Poblado de Larimayo consume una buena calidad de agua y que el mantenimiento del servicio e infraestructura es el adecuado.

4.2. PRESENCIA DE FORMAS PARASITARIAS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO - PUNO, 2024.

Tabla 5

Presencia de formas parasitarias según puntos de muestreo del sistema de agua potable del Centro Poblado de Larimayo, durante junio, julio y agosto del 2024.

Punto de muestreo	Puntos de muestreo del sistema	Repeticiones		
		Junio	Julio	Agosto
P1	Ojo de agua	-	-	-
P2	Reservorio	-	-	-
P3	Pileta 1	-	-	-
P4	Pileta 2	-	-	-
P5	Pileta 3	-	-	-

(-) Negativo a presencia de formas parasitarias

Fuente: Elaboración propia 2024



En la Tabla 4, se aprecia que en todos los puntos de muestreo del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo, durante los meses de junio, julio y agosto del 2024, fue negativo a la presencia formas parasitarias (trofozoítos, huevos o quistes de parásitos).

Guevara (2021), en su investigación de análisis parasitológico del agua para consumo humano en el Centro Poblado Tomaque (Amazonas), reportó: 3480 organismos/l de formas parasitarias. Así mismo, Flores y Revilla (2021), determinaron la relación de la calidad parasitológica del agua de consumo humano en el distrito de Samegua, Moquegua, reportaron que no se han encontrado parásitos en las muestras de agua, cumpliendo así con los LMP's y ECA's, establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA y D.S. N° 004-2007-MINAM; no encontrando una relación estadística significativa entre las variables: calidad parasitológica del agua de consumo humano y parasitosis gastrointestinales en niños menores de 2 años.

Por otro lado, Aguilar y Díaz (2021), en su investigación de calidad parasitológica del agua potable en la provincia de Jaén, Cajamarca, reportaron que si cumplen con los criterios de la normativa. Sin embargo, Coila (2022), quien determinó la calidad del agua de pozos y piletas de consumo humano en la ciudad de las Cajas Reales, Chucuito (Puno), reportó que en las piletas y pozos de agua existe la presencia de parásitos como: *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli*, lo que se traduce como riesgo para la salud. Por otra parte, Pérez y Cordon (2018), mencionan que en la ciudad de Jaén; los parásitos que se encontraron con mayor frecuencia fueron *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* en aguas de pozos contaminadas con heces de vacunos y basura. Sin embargo, Huamuro (2019), determinó la influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la enteroparasitosis de los pobladores del sector Linderos Bajo-Jaén, Provincia de Jaén, Cajamarca, sus resultados indican que no se encontraron parásitos en las muestras analizadas de agua potable.



La aparición de parásitos es condicional, lo que se relaciona esencialmente con el saneamiento y el estilo de vida del entorno de vida de las personas (Cajas, 2019). La mayoría de las formas parasitarias, quistes u ooquistes y trofozoítos, permanecen en el proceso de filtración del sistema de tratamiento, ya que algunos ooquistes son resistentes a la cloración (Sánchez, 2018), sin embargo, en las muestras de agua de los puntos de muestreo no se encontraron formas parasitarias.

Por lo analizado, las aguas provenientes de ojo de agua, reservorio y red domiciliaria del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo no están contaminadas con parásitos y es apto para consumo humano, debido a que se han implementado en su infraestructura medidas suficientes de protección con tapa segura y tratamiento con cloro que garanticen la calidad del agua potable, en los diferentes puntos del sistema, además de que el reservorio cuenta con volumen adecuado de agua.



V. CONCLUSIONES

- La calidad bacteriológica de las aguas del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo en sus diferentes puntos: ojo de agua, reservorio y red domiciliaria es apta para consumo humano, con recuentos de coliformes totales y fecales por debajo de los límites permisibles según los ECAs establecidos en la Normativa Peruana por el MINAM (DS N° 004-2017-MINAM).
- La calidad parasitológica de las aguas del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo en sus diferentes puntos: ojo de agua, reservorio y red domiciliaria no presentaron formas parasitarias y cumple con la Normativa Peruana por el MINAM (DS N° 004-2017-MINAM) para agua potable destinada a consumo humano durante los meses de junio, julio y agosto del Centro Poblado de Larimayo 2024.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones de la calidad bacteriológica y parasitológica de aguas en diferentes sistemas de agua potables durante todo el año para establecer si existe influencia de periodos estacionales.
- Completar estudios de calidad fisicoquímica de las aguas del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Larimayo para relacionarla con los parámetros microbiológicos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J., y Díaz R. (2021). Control de calidad microbiológico, parasitológico, fisicoquímico del agua potable del AA.HH. fila alta de la Provincia de Jaén, región Cajamarca, marzo - abril 2021 [Tesis, Universidad María Auxiliadora]. <https://orcid.org/0000-0002-1352-1564>
- Aceituno, C. L., Quispe, A. (2015). Determinación de parásitos intestinales en harinas que se comercializan en 4 mercados de santa cruz de la sierra1 (2013). Univ. Cienc. Soc. n.14 Santa Cruz de la Sierra; (14): 39-47. Disponible en: http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882015000100007&lng=es.
- Adapa, S. (2018). Factors influencing consumption and anti-consumption of recycled water: Evidence from Australia, Journal of Cleaner Production, 201, 624–635. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.083>
- Agüero, R. (2003). Agua potable para poblaciones rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. En Journal of Chemical Information and Modeling. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Araújo, G., Tonani, K., Julião, F., Cardoso, O., Alves, R., Regazzi, M., Sampaio, C. y Munoz, S. (2011). Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo Microbiological and physical-chemical quality of water for human consumption and the relationships with. Ressearch Report, vol. 35, no. 1, pp. 7.
- Arcos, M. P., Ávila, S., Estupiñán, S. y Gómez, A. Prieto, C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova - Publicación Científica, 3(4), 69 - 79. <http://redalyc.uaemex.mx/>



- Asano T. And Levine D. 1998. Wastewater reclamation, recycling and reuse: an introduction. In wastewater reclamation and reuse. Takashi Asano (editor). Technomic Publishing. Lancaster. 1528 p.
- Asencio. (2018). Análisis microbiológicos: coliformes totales y fecales, en aguas residuales generadas en puerto libertad que descargan en el estero libertad microbiológica.
- Avila, G. (2017). Himenolepiosis. *Ciencia*, 68(1), 70–73.
- Bárbara y Navarro. (2011). Amebas intestinales no patógenas: una visión clínico analítica. *Enfermedades Infecciosas Y Microbiología Clínica*, 29(SUPPL. 3), 20–28. [https://doi.org/10.1016/S0213-005X\(11\)70023-4](https://doi.org/10.1016/S0213-005X(11)70023-4)
- Belizario, G., Capacoila, J., Huaquisto, E., Cornejo, D.A. y Chui, H.N. (2019). Determinación del contenido de fosforo y arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del río Coata, afluentes del Lago Titicaca, Perú, *Rev. Boliv. Quim.*, 36(5), 223– 228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5>.
- Bernadac-Villegas, L. G., Flores-Tavizón, E., Domínguez-Acosta, M., Saúl-Solís, S., Alvarado-Soto, S., Soto-Padilla, M. Y., Alarcón-Herrera, M. T., y Hernández-Peña, C. C. (2018). Calidad bacteriológica del agua en zonas marginadas de Ciudad Juárez que carecen de agua potable entubada. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 14(1), 26–35. <https://doi.org/10.33154/rlrn.2018.01.005>
- Becerril, M. (2011). *Parasitología médica*. 3ra ed. México. McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Beato y Caballero. (1999). *Giardia lamblia*. *Revista Cubana de Pediatría*, 25(2), 88–99. https://doi.org/10.5005/jp/books/12721_48



- Blanco, M. (2018). *Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de Cabanillas, provincia de San Román, Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Cabezas, C. (2018). *Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 309–316.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- CARE PERÚ (2001): Agua potable en zonas rurales, operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento. Lima (Perú): Guía del participante, 1ra edición.
- Calero, M. (2016). *Filtración Para Membrana Y Ósmosis Inversa*. Universidad de Alicante, 1–5.
- Canosa, A. (1995). *Indicadores bacteriológicos de eutrofización en los embalses de Chuza, Neusa y Tomino, y en la laguna de Chingaza*. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., y Serrano, B. (2009). *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos (segunda ed.)*. (UNAM, Ed.) México: Facultad de química.
- Campos, M., Beltrán, M., Fuentes, N., y Moreno, G. (2018). *Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos*. *Biomedica*, 38(1), 42–53.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3352>
- Coila, D. K. (2022). *Calidad bacteriológica y presencia parasitaria en aguas para consumo humano de pozos y piletas de la ciudad de las Cajas Reales, Chucuito-Puno*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Altiplano.



- Contreras, H., Belizario, G., y Chui, H. (2023). Calidad de agua para consumo humano en los manantiales en la Parcialidad de Jiscullaya, el Collao, Puno, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 40(2), 41–45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.34098/2078-3949.40.2.1>
- Coaquira. (2018). Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de Cabanillas, provincia San Román, departamento de Puno.
- Condori, C. y Guillen, E. (2018). Contaminación De Las Aguas Termales De La Piscina Con Coliformes Fecales Y Totales En Salud Pública El Barrio San Cristobal, Huancavelica.
- Crites, R. y Tchobanoglous, G. 2000. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Editorial McGraw – Hill Interamericana. Bogotá – Colombia. 776 p.
- Cruz, V. W., (2006). Calidad bacteriológica y parasitológica del agua de consumo humano, y su impacto en la morbilidad por enteropatógenos de mayor incidencia en los niños y niñas de centros educativos de educación primaria del distrito de Pichari, La Convención, Cusco-Valle. [Tesis]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3031/Cruz_vw.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CDC (2015b). Pathogen & Environment.
- De Fuentes, I., y Blanco, M. A. (2008). Parasitosis intestinales autóctonas. *Gastroenterología Y Hepatología Continuada*, 7(2), 53–59.
[https://doi.org/10.1016/S1578-1550\(08\)72987-5](https://doi.org/10.1016/S1578-1550(08)72987-5)
- Digesa. 160 - 2015/ DIGESA /SA. (2015). Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.



- Díaz, y Fernández. (1996). Giardiasis: Una Breve Revisión. Perspectivas Diagnosticas En El Laboratorio Clínico. *Anales Espanoles de Pediatria*, 44(2), 87–91.
<https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/44-2-1.pdf>
- 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 Cerrejón, La Guarija – Colombia. Documento de Investigación. G. I. Territorios semiáridos del Caribe y Fundación Carrejón para el agua en la Guarija. 7 p.
- Elías, J., Avalos, C., y Medrano, J. (2020). Calidad bacteriológica del agua para consumo humano y enfermedad diarreica aguda en el Distrito de Rázuri. Provincia de Ascope. La Libertad-Perú. *Puriq*, 2(1), 3–15.
<https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.69i>
- Elisa, F. (2012). Protozoarios Intestinales De Patogenicidad Discutida.
- Espinoza, C. (2019). *Caracterización físico-química y bacteriológica para determinar la calidad del agua de consumo humano de la ciudad de Ticsacayán en el período junio – diciembre del 2019* [Tesis]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Espinosa, C. M. y Martínez, P. A. (2000). Pathogenesis of intestinal amebiasis: from molecules to disease. *Clin Microbiol Rev*, 13, 318-331.
- Fernández-Crehuet N. J., Pérez L. JA. (1989). Servicio de abastecimiento de aguas. *Medicina Preventiva y Salud Pública*. 8ª. Ed. Barcelona: Salvat Editores, p. 168-77.
- Feely D. (1986). Simplified method for in vitro excystation of *Giardia muris*. *J Parasitol* 72:474-5.



- Flores, E. G., y Revilla N. E. (2021). Calidad parasitológica del agua de consumo humano, respecto a las parasitosis gastrointestinales en niños entre 1 y 2 años de edad [Tesis]. Universidad Cesar Vallejo.
- Flores, L. (2017). Calidad Fisicoquímica y Microbiología del agua Potable para consumo humano en Tambo y Chilca – Huancayo. Tesis, 138.
- Gallego y Heredia. (2014). Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela 2011-2012. Revista Cubana De Medicina Tropical, 66(2), 164–173.
- García, M., Sánchez, Marín, R., Guzmán, H., Nelsy, V., Domínguez, E., Cortés, G. (2016). El agua. Recuperado <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Gonzales, R. (2015). Desarrollo experimental de la técnica NMP, instituto tecnológico de Acapulco. 14 p.
- Guevara, F., Y. (2021). Análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano en el Centro Poblado Tomaque – Bagua. Universidad Nacional de Jaén. Cajamarca.
- Guillen, A., González, M., Gallego, L., Suárez, B., Heredia, H. L., Hernández, T., Naranjo, M., y Salazar, J. (2013). Presencia de protozoarios intestinales en agua de consumo en la comunidad 18 de mayo. Estado Aragua-Venezuela, 2011.: Vol. LIII (Issue 1).
- Girbau. (2002). La contaminación del agua. Ciencias de La Tierra Y Del Medio Ambiente, 1-5. <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
- Hernández y Poot. (2018). Coliformes Totales en Malecón Turístico Coliformes



- Totales en Malecón Turístico. *Conciencia Tecnológica*, 55, 14–18.
- Heno y Toro. (1916). Parasitismo intestinal. *Revista Clínica*, I, 57–71.
- Huayanay, C. M., Aldoradin, V., y Guerra, A. (2022). Presencia de *Escherichia coli* en la playa Pucusana, Lima y su potencial efecto en la Salud Pública. *Acta Med Peru*; 39(1): 031-9. doi: <https://doi.org/10.35663/amp.2022.391.2305>
- Huamuro, E., Rivera, C., Torres, L. A., y Carbajal, L. (2019). Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la enteroparasitosis de los pobladores del sector linderos bajo – Jaén. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Sociales Y Humanidades*, 2(2), 39. <https://doi.org/10.25127/rcsh.20192.527>
- Huamuro, E. (2019). Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la enteroparasitosis de los pobladores del sector linderos bajo – Jaén. Tesis. Universidad Nacional de Jaén, Perú.
- Jesús, M., y Soriano, A. (1995). *Giardia Y Giardosis*. 1–9.
- Lauren (2012). Microorganismos: Análisis Microbiológico del Agua y de otras diversas muestras. 2, 1–15.
- Laura, E. (2000). Control de calidad de los alimentos. Primera Edición. Editorial universitaria, Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 74 p.
- López. (2014). Universidad Técnica de Ambato facultad de ciencias de la salud carrera de enfermería.
- Lujan, H. D. (2006). *Giardia y giardiasis*. *Medicina Humana y Parasitología*, 66(1). Lima. Perú.
- Luján, H. D. (1990). Mowatt MR, Nash TE. The molecular mechanisms of *Giardia* encystations. *Parasitology Today* 14:446-50.
- Lurigancho. (2013). *Manual de Parasitología Clínica*. Ciudad de Huancayo. Perú, p 29.



- Mamani, M. (2022). Caracterización Físico-química y Bacteriológica del agua que consume el centro poblado de Pariamarca-Pasco, Perú entre los meses de mayo a julio del 2022.
- Mamani, B., Aguilar, F., Pinedo, M. N., y Daza, A. (2022). Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico - Bolivia. *ACTA NOVA*, 10, 443–460.
- Marchand. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima metropolitana.
- Mihelcic, J. y Zimmerman, J. (2012). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad, diseño. México: Alfa omega Grupo Editor SA.
- MINAM – Ministerio del Ambiente. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D. S. N° 004- 2017-MINAM. Diario oficial El Peruano.
- Molina, J., López, R. y Sánchez, J.T. (2019). Microbiología y Parasitología Medicas de Tay. Quinta Edición. México.
- Murray, P. R.; Rosenthal, K. S. y Pfaller, M. A. (2005). *Medical Microbiology*, Fifth Edition. United States: Elsevier Mosby.
- Obade, V. de P., Moore, R. (2018). Synthesizing water quality indicators from standardized geospatial information to remedy water security challenges: A review, *Environment International*, 119(5), 220–231, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.06.026>
- Oficina General de Epidemiología del Ministerio de Salud del Perú. (2016). Situación epidemiológica de las Enfermedades Diarreicas Agudas, 2016 (EDA) en el Perú. *Boletín Epidemiológico*, 25(2), 29-31. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2016/02.pdf>



- Odonkor, S. T. y Ampofo, J. K. (2013). *Escherichia coli* as an indicator of bacteriological quality of water: an overview. *Microbiology Research* 4, 4, e2.5- 1.doi:10.4081/mr.2013.e2
- Office International des Epizooties [OIE]. (2005). Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. OIE; 2004. Cysticercosis. Available at: [http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_summry .htm](http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_summry.htm). Accessed 11 Nov 2004.
- OPS - Organización Panamericana de la Salud. 1988. Guías para la calidad del agua potable. Washington, DC, 20037, EUA: Publicación Científica No. 508.
- Panadés. (2015). Análisis de la calidad microbiológica de los Sistemas de Almacenamiento de Agua Potable, estudio de la situación actual en la ciudad de Rosario, en la República de la Argentina.
- Pascual M. y Calderón, V. (2000). Microbiología alimentaria. Metodología para alimentos y bebidas. Segunda Edición. Editorial Díaz de Santos. Madrid – España. 429 p.
- Pérez. (2017). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 358.
- Poma, M. del C. (2021). Evaluación de la calidad de agua física, microbiológica y parasitológico en el sistema de agua potable y del sistema alcantarillado de la zona urbana de comunidad campesina de San Antonio de Rancas Distrito de Simón Bolívar de la Provincia de Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Ponce, M. M., Martínez, G. M. N., Álvarez, C. R. (1990). Obtención y cultivo de *Giardia* spp. *Infectol Méx* 10:91-5.
- Pullés, R. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba.



Revista CENIC - Ciencias Biológicas, 45(1), 25-36.

Quispe, D. A. (2017). Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar. 85.

<http://hdl.handle.net/11056/13212>

Ramírez, F. E. (2020). *Determinación de la calidad del agua potable en el distrito de Paucarcolla, Puno*. [Tesis]. Universidad Nacional privada San Carlos

www.gonitro.com

Reñé, A. (2015). Análisis de la calidad microbiológica de los Sistemas de Almacenamiento de Agua Potable, estudio de la situación actual en la ciudad de Rosario, en la República de la Argentina. Proyectos de la asignatura Treball Fi de Grau Ciències Ambientals.

Ríos y Agudelo. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano Pathogens and microbiological indicators of the quality of water for. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Romero, R. (2018). Microbiología y parasitología humana: Bases etiológicas de las enfermedades infecciones y parasitarias (4ª ed.). Ciudad de México, México. Editorial Medica Panamericana.

Rodríguez, R. (2010). Inhibición del crecimiento de *Giardia Lamblia* por acción del extracto acuoso y metanólico de semillas de *Cucurbita pepo*. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.

Sánchez, C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. [en línea]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-961885>.

Salari, M., Salami Shahid, E., Afzali, S.H., Ehteshami, M., Conti, G.O., Derakhshan, Z., Sheibani, S.N. (2018). Quality assessment and artificial neural networks



- modeling for characterization of chemical and physical parameters of potable water, *Food and Chemical Toxicology*, 118, 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.036>.
- Sánchez y Pinto. (2013). Reactivo de Lugol: Historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas. *Educación Química*, 24(1), 31–36. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(13\)73192-6](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(13)73192-6)
- Saxena, G., Naresh, R., Kaithwas, G. y Abhay, R. (2015). Microbial indicators, pathogens and methods for their monitoring in water environment. *Journal of Water and Health*, 13(2), 319-339.
- Simanca, M. M., Álvarez, B.E., Paternina, R. (2010). Calidad física, química y bacteriológica del agua envasada en el municipio de montería, *Temas Agrarios*, 15(1), 71–83. <https://doi.org/10.21897/RTA.V15I1.813>.
- SUNASS, S. N. de S. de S. (2004). Análisis de la calidad del agua potable en las empresas prestadoras del Perú: 1995-2003. Libro, 357 p.
- Singh, M. y Gupta, A. (2017). *Water pollution-sources, effects and control*. India: Manipur University, Canchipur-795003, Imphal.
- Singh, J. Yadav, P., Kumar, A. y Mishra, V. (2020). Water Pollutants: Origin and Status. En D. Pooja (Ed.), *Sensors in Water Pollutants Monitoring: Role of Material, Advanced Functional Materials and Sensors* (pp. 5-20). Singapore: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0671-0_2
- Tanyuksel, M. y Petri, A. JR. (2003). Laboratory diagnosis of amebiasis. *Clin Microbiol Rev*, 16, 713-729.
- Trigos, C. I. (2017). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo humano del Centro Poblado del Alto Puno*. Universidad Nacional de San Agustín.



- Torres. (2019). Calidad de las aguas de consumo humano en los repartos Coloradas nuevas, Caribe, Atlántico y Miraflores del municipio Moa, Cuba.
- Vázquez, S., Selva, O., y Legnani, M. (2002). Enterobacteriaceae: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*. Fao.
- WSDH-Washington State Department Health. (2016). Coliform Bacteria and Drinking Water. Division of Environmental Health. Recuperado de <https://fortress.wa.gov/doh/odwpubs/>
- Zarza, L. (2020). ¿Qué es la contaminación del agua? Recuperado de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>.

ANEXOS

Tabla 6

Número Mas Probable (NMP) por ml y Límite confiable del 95% para combinaciones de resultados positivos y negativos utilizando 3 tubos.

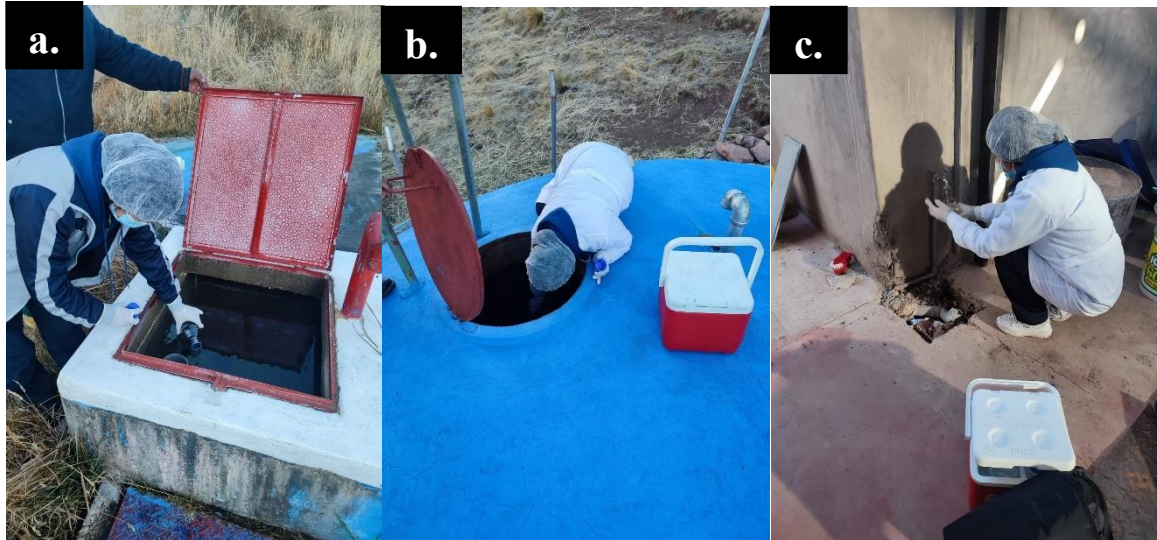
Número más probable por 100 mL de muestra, usando series de tres tubos inoculados con 10, 1 y 0,1 mL de agua la muestra original							
N.º tubo que dan reacción positiva entre			NMP $\mu\text{o}/100$ mL	Límites de confianza			
3 tubos 10 mL	3 tubos 1 mL	3 tubos 0.1 mL		al 95 %		al 99%	
				lim. Inf	lim. Sup.	lim. Inf	lim. Sup.
0	0	0	< 3				
0	0	1	3	< 1	17	< 1	23
0	1	0	3	< 10	17	< 1	23
0	2	0	6.2	2	23	1	29
1	0	0	3.6	1	21	< 1	28
1	0	1	7.2	2	27	1	35
1	1	0	7.3	2	28	1	36
1	1	1	11	4	34	2	43
1	2	0	11	4	35	2	44
1	2	1	15	6	41	4	51
1	3	0	16	6	42	4	52
2	0	0	9.1	2	38	1	50
2	0	1	14	5	48	3	62
2	1	0	15	5	50	3	65
2	1	1	20	8	61	5	77
2	2	0	21	8	63	5	80
2	2	1	18	11	75	7	93
2	3	0	29	12	78	8	97
3	0	0	23	7	129	4	177
3	0	1	39	10	180	10	230
3	0	2	64	20	230	10	290
3	1	0	43	20	210	10	290
3	1	1	75	20	280	20	370
3	1	2	120	40	350	20	450
3	2	0	93	30	390	20	620
3	2	1	150	50	510	30	650
3	2	2	210	80	540	50	820
3	2	3	290	120	800	80	990
3	3	0	240	100	1400	< 100	1 900
3	3	1	460	200	2 400	100	3 200
3	3	2	1 100	300	4 800	200	6 400
3	3	3	> 2 400				

lim. Inf. = límite inferior; lim. Sup. = límite superior.

Fuente: OPS (1988)

Figura 9

Toma de muestras de agua en los puntos de muestreo, a. ojo de agua, b. reservorio y c. red domiciliar del Centro Poblado de Larimayo 2024



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

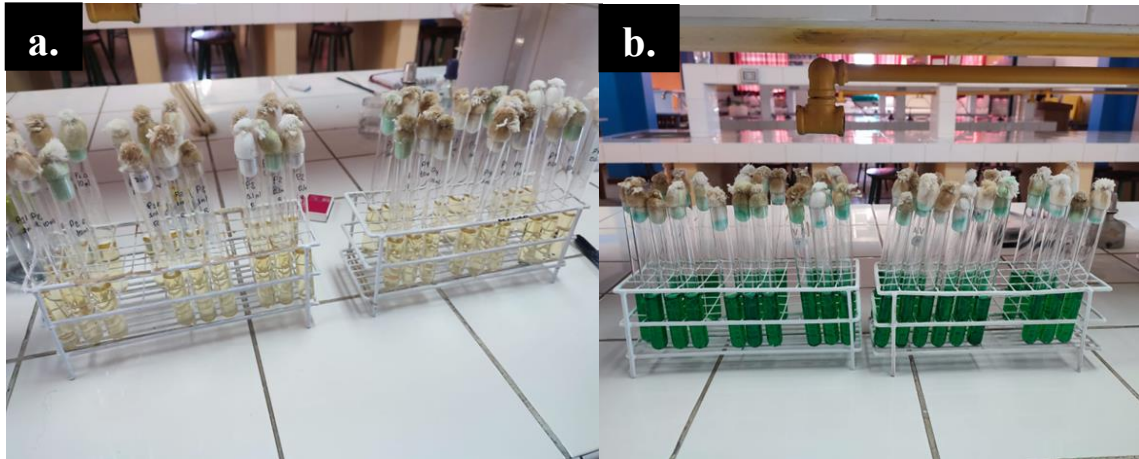
Preparación de caldos lauril sulfato y bilis verde brillante de doble concentración y simple concentración



Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Preparación de caldos, a. lauril sulfato y b. bilis verde brillante en tubos de doble concentración y simple concentración.



Fuente: Elaboración Propia 2024

Figura 12

Procesamiento de muestras de aguas para análisis de coliformes totales con el método de NMP (Numero Mas Probable), prueba presuntiva.



Fuente: Elaboración Propia 2024

Figura 13

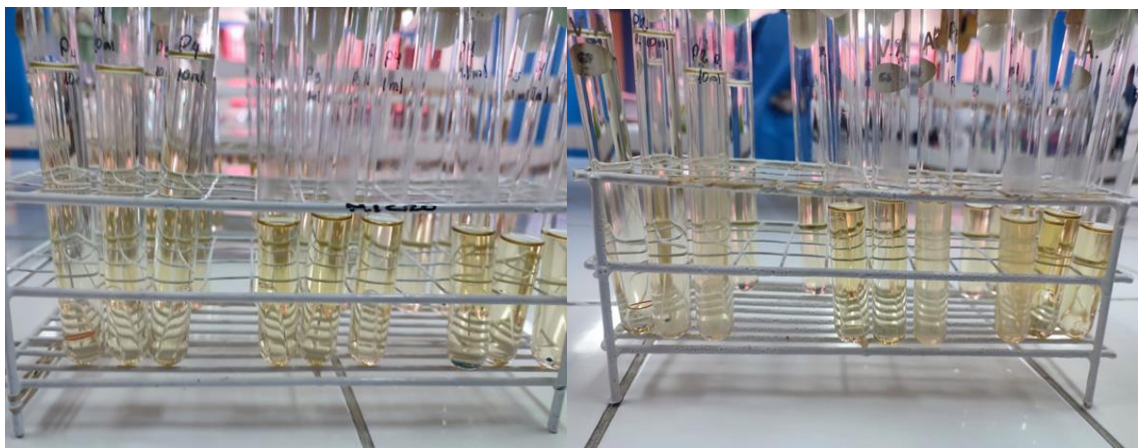
Muestras de agua después de 48 horas de sedimentación para análisis parasitológico y observación al microscopio.



Fuente: Elaboración Propia 2024

Figura 14

Lectura de resultados de coliformes totales, sin presencia de gas ni fermentación de lactosa.



Fuente: Elaboración Propia 2024

Figura 15

Lectura de coliformes totales del punto de muestreo, reservorio, a. presencia de gas y fermentación y b. cultivo de los tubos positivos en bilis verde brillante



Fuente: Elaboración Propia 2024



Universidad Nacional del Altiplano
Facultad de Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria – Teléfono 36 6189 – Apartado Postal 291



CONSTANCIA N° 050-2024-D-FCCBB-UNA

EL QUE SUSCRIBE, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO.

HACE CONSTAR.

Que, la Bachiller YAQUELIN SOFIA SANCHEZ RIVERA, egresada de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ha realizado su trabajo de investigación (tesis), titulado “**CALIDAD BACTERIOLOGICA Y PARASITOLOGICA EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE LARIMAYO DEL DISTRITO DE ANTAUTA PROVINCIA DE MELGAR PUNO – 2024**”, en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, en los meses de junio, julio y agosto del 2024.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 02 de diciembre del 2024



Dr. BELISARIO MANTILLA MENDOZA
DECANO



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

Por el presente documento, Yo Yaguelin Sofia Sanchez Rivera
identificado con DNI 74373421 en mi condición de egresado de:

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

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Calidad bacteriológica y parasitológica en el sistema de
agua potable del Centro poblado de Larimayo del
distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno - 2024 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

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 20 de diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Yagvelin Sofía Sanchez Rivera,
identificado con DNI 74373421 en mi condición de egresado de:

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

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Calidad Bacteriológica y parasitológica en el sistema
de agua potable del Centro Poblado de Larimayo
del distrito de Antauta, provincia de Melgar, Puno-2024"

Es un tema original.


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 20 de diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella