



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



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y PRESENCIA PARASITARIA EN
AGUAS PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS Y PILETAS DE
LA CIUDAD DE LAS CAJAS REALES CHUCUITO- PUNO- 2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. DIANNE KATHERIN COILA CUADROS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre, a mi bebe Ricardo Andoni y mi directora de tesis por la ayuda que me brindaron en esta etapa de mi vida profesional. A mis jurados por hacer posible a que se cumpla una de mis metas y a mis hermanos por el apoyo que siempre me dan.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis jurados por haberme apoyado en todo este proceso y a mi directora de tesis por toda la paciencia que me brindo en todo este tiempo.

Al licenciado de laboratorio por haberme apoyado en todos mis ensayos experimentales.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 9

ABSTRACT..... 10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 12

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 14

2.2. MARCO TEÓRICO 19

2.2.1. El agua..... 19

2.2.2. Características microbiológicas y parasitológicas de agua potable para el
consumo humano. 20

2.2.3. Contaminación del agua..... 22

2.2.3.1. Principales contaminantes del agua..... 24

2.2.4. Contaminación del agua por parásitos 26

2.2.5. Métodos para determinar el grado de contaminación del agua..... 41



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.3. MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.3.1. Determinación de la calidad bacteriológica de aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales- Chucuito:	45
3.3.2. Determinación de la presencia de parásitos de aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales- Chucuito.	50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN AGUAS PARA CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DE LAS CAJAS REALES-CHUCUITO	53
4.2. PRESENCIA DE PARÁSITOS DE AGUAS DE PILETAS Y POZOS DE LA CIUDAD DE LAS CAJAS	59
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	67

Área: Ciencias Biomédicas

Línea: Diagnóstico y Epidemiología

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 de diciembre de 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fases del ciclo vital de los sarcodinos y ciliados.....	28
Figura 2.	Trofozoíto y quiste de <i>Giardia lamblia</i>	30
Figura 3.	Ciclo biológico de <i>Giardia lamblia</i>	32
Figura 4.	Trofozoíto y quiste de <i>Entamoeba coli</i>	37
Figura 5.	Ciclo biológico de <i>Entamoeba coli</i>	39
Figura 6.	Caldo Lactosado para determinar coliformes totales y coliformes fecales	48
Figura 7.	Medio de caldo verde brillante bilis para determinar coliformes totales..	49
Figura 8.	Recuentos de coliformes totales NMP/100 ml en aguas de piletas y pozos según la prueba de Tukey.	54
Figura 9.	Recuentos de coliformes fecales NMP/100 ml en aguas de piletas y pozos según la prueba de Tukey.	57
Figura 10.	Toma de muestra de piletas en la ciudad de las Cajas Reales-Chucuito. .	73
Figura 11.	Toma de muestras en los pozos de la ciudad de la Cajas Reales-Chucuito.	74



ÍNDICE DE TABLAS

Tablas 1.	Límites permisibles de resultados microbiológicos y parasitológicos (MINAM, 2017).....	20
Tablas 2.	Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos (DIGESA 2010)	21
Tablas 3.	Modo de transmisión de los protozoarios	27
Tablas 4.	Puntos de muestreo y número de muestras en agua.....	44
Tablas 5.	Coliformes totales de aguas de pozos y piletas consumidas por la población de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito	53
Tablas 6.	Coliformes fecales de aguas de pozos y piletas consumidas por la población de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.....	56
Tablas 7.	Parásitos encontrados en aguas de pozos y piletas de la ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.....	59
Tablas 8.	Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 3 tubos.....	68
Tablas 9.	Prueba T para una media de recuentos de coliformes	68
Tablas 10.	Análisis de la varianza para la variable de coliformes totales	68
Tablas 11.	Parámetros microbiológicos, coliformes totales y fecales en agua potable y límites permisibles de resultados microbiológicos y parasitológicos (MINAM, 2017).....	70
Tablas 12.	Bacterias indicadoras de calidad de agua en aguas de pozos y piletas.	71
Tablas 13.	Composición y preparación de Caldo Lactosado	71
Tablas 14.	Composición y preparación de Caldo Verde Brillante	71
Tablas 15.	Composición y preparación de Agar Eosina Azul de Metileno.....	72
Tablas 16.	Composición y preparación de Agar Lisina Hierro	72



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DIGESA	:	Dirección General de Salud Ambiental.
MINAM	:	Ministerio del Ambiente
ml	:	Mililitros.
NMP	:	Número más probable.
g	:	Gramos
mg/l	:	Miligramos por litro.
pH	:	Potencial de hidrogeniones



RESUMEN

El agua es un medio ideal para el transporte y multiplicación de microorganismos patógenos, se transmiten por contacto oral produciendo diversas patologías estomacales afectando a las personas vulnerables como son los niños jóvenes y ancianos cuando no son tratadas para consumo humano. Con este fin se planteó estudiar esta problemática con el objetivo de determinar la calidad bacteriológica y presencia parasitaria en aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito. La metodología aplicada para determinar la calidad bacteriológica, fue por el método del número más probable (NMP), se aplicó la prueba de la T de student y desviación estándar, para las comparaciones múltiples la prueba de Tukey y para determinar la presencia de parásitos, se aplicó el método de concentración por sedimentación. Los resultados obtenidos de coliformes totales en la pileta 1 fue 200 NMP/100ml; 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 ; para coliformes fecales se determinó 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; los valores determinados sobrepasan los límites permisibles según los parámetros del MINAM ; en cuanto a la presencia parasitaria, en las piletas y pozos de agua existe la presencia de *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli*, lo que se traduce como riesgo para la salud de los pobladores de la ciudad de Chucuito. Se concluye que las aguas de piletas y pozos consumidas por pobladores de Chucuito, no son aptas para consumo humano según los estándares del MINAM.

Palabras Clave: Agua, calidad, bacteriológica, parasitológico, pozos, piletas y tratamiento.



ABSTRACT

Water is an ideal medium for the transport and multiplication of pathogenic microorganisms and they are transmitted by oral contact that produces various stomach pathologies affecting vulnerable people such as children, young people and the elderly when they are not treated for human consumption for this purpose it was raised study this problem with the objective of: Determining the bacteriological quality and parasitic presence in water for human consumption from wells and pools of the City of Cajas Reales-Chucuito The methodology applied to determine the bacteriological quality was by the NMP method and analyzed using the student's T test, standard deviation and for multiple comparisons the Tukey Method and to determine the presence of parasites, the method of concentration by sedimentation was applied. The results obtained in terms of total coliforms, the highest value was in pool 2 with 260.83 NMP/100 ml and the lowest value in well 1 with 61.58 NMP/100 ml, for fecal coliforms the highest value was in pool 1 with 21.00 MPN/100ml. and the lowest value in well 1 with 6.83 NMP/100ml whose values exceed the limits so these waters are not suitable for human consumption. Regarding the parasitic presence, in the pools and water wells there is the presence of *Giardia lamblia* and *Entamoeba coli*, which translates as a risk to the health of the inhabitants of the city of Chucuito. It is concluded that the water from pools and wells consumed by residents of Chucuito are not suitable for human consumption.

Key Words: Water, quality, bacteriological, parasitological and treatment.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Hoy en la actualidad el problema que nos aqueja es la gravedad de las infecciones estomacales se han incrementado, puesto que la mala manipulación del agua trae consigo la presencia de organismos patógenos que alteran la calidad del agua para el consumo humano, afectando a la gente más vulnerable como son los niños, jóvenes y ancianos causándoles una diversidad de patologías estomacales (Quispe, 2017).

El agua es un recurso natural esencial para todas las necesidades de los seres humanos, incluida la nutrición, sistemas de saneamiento, salud, energía; dado que sin agua no hay sociedad ni cultura, en última instancia no hay vida; los aspectos que se refieren al agua tienen un ámbito mundial, los problemas que se plantean y sus soluciones son a menudo marcadamente locales (CDB, 2010). En América Latina, el Perú es el país que cuenta con mayor disponibilidad per-cápita de agua dulce renovable (74 546 000 m³/año); sin embargo esta cifra no refleja la realidad, más bien se observa una distribución asimétrica, que no permite que la población tenga acceso al recurso básico para la vida (Quispe, 2017).

Así mismo; el agua es la vía de transmisión y reproducción de microorganismos causantes de enfermedades, como bacterias y parásitos, todos los cuales se transmiten por contacto oral, incluida la ingestión de agua o alimentos contaminados con heces (Quispe, 2017). Estos microorganismos, causantes de diarrea, ocasionan anualmente 1,6 millones de muertes en el mundo (Ignacio & Orso, 2016). La OMS (1994) establece que el agua es apta para consumo humano si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal (Alberto & Peña, 2013).



La calidad microbiológica del agua ha sido prioritaria principalmente en zonas para verificar una adecuada potabilización del agua, o cuando se presentan brotes de enfermedades diarreicas en la población consumidora que no tiene control de calidad de agua, donde una vez detectado el problema en el suministro de agua se resuelve a corto plazo mejorando las condiciones de desinfección de la misma (Artemisa, 2007), el agua contaminada con microorganismos es responsable del más del 90 % de las intoxicaciones y transmisión de patologías; los principales microorganismos que se transmiten a través del agua engloba a las bacterias (*Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*), virus (Enterovirus, rotavirus, adenovirus), protozoos (*Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*) y helmintos (*Ascaris lumbricoides*) (Pullés & Pullés, 2014).

La provincia de Puno- Ciudad de las Cajas Reales -Chucuito; cuentan con pozos y piletas, en donde los pobladores usan como fuente de agua potable y distribución domiciliaria; por lo tanto sus habitantes consumen agua contaminada lo que trae como consecuencia graves daños para la salud pública. Los resultados de la presente investigación servirán para sugerir a los encargados de saneamiento ambiental y salud pública de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito un manejo adecuado del agua y su tratamiento para consumo humano. Se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad bacteriológica y presencia parasitaria en aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales Chucuito.



1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la calidad bacteriológica en aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.
- Determinar la presencia de parásitos en aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Mancheno & Ramos (2015), en Quito-Ecuador, determinaron a través de sus ensayos físicos, químicos y microbiológicos, que el agua en los puntos de captación inicial resultaron de excelente calidad; en cambio, en el punto de captación final el parámetro de coliformes fecales superan los límites máximos (20 NMP/100 ml) establecido en la Normativa Ecuatoriana vigente. Por otro lado, Cuesta (2016), en Chococolumbia, en su estudio indica que el índice de riesgo para la calidad de agua de consumo (IRCA) fue de 93.4%, encontrando coliformes totales de 252 UFC/100 ml y 350 UFC/100 ml y coliformes fecales con unos valores de 50 UFC/100 ml y 48 UFC/100 ml. Cabe señalar que el nivel de *Escherichia coli* fue mayor en la capa superficial de los cuerpos de agua y en los sedimentos de los tanques, lo que indicó que el agua potable de los vecinos de Río Sucio estaba contaminada con *Escherichia coli*. Del mismo modo, Bracho (2017), en Maracaibo-Venezuela, obtiene resultados microbiológicos de aguas de reservorio mayores al límite permisible de acuerdo a la Normativa Venezolana, para coliformes totales y fecales.

Hernández (2016), en Heredia-Costa Rica, en su investigación sobre contaminación microbiológica menciona coliformes totales, 10 muestras de pozos obtienen un resultado mayor a 23 NMP/100 ml y un pozo mayor a 2600 NMP/100 ml la cual sobrepasan los límites permisibles. Así mismo Torres, Cruz & Patiño (2009), en Medellín - Colombia, concluyeron que los (ICA) índices de calidad de aire, es una unidad de herramienta útil para la evaluación de la calidad del agua; los resultados en cuanto a coliformes totales fue de 1100 NMP/100 ml y *Escherichia coli* sobrepasa los niveles



permisibles establecidos. Por otro lado, Hernández (2012), en Guatemala indicaron que los análisis bacteriológicos realizados en agua de pozos en domicilios de la población del casco urbano del departamento de Chiquimula, demuestran la presencia de coliformes totales y fecales por encima de los límites máximos permisibles de agua para consumo humano; *Escherichia coli* tiene mayor presencia en el primer muestreo de cada pozo.

Torres (2019), en Cuba, demostró 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. Por otro lado, Navarro & Ruedas (2017), en Colombia, indicaron que los análisis fisicoquímicos y microbiológicos comparadas con la normatividad ambiental vigente para agua potable los coliformes totales y *Escherichia coli* no cumplen con los estándares, lo cual indica contaminación microbiológica que puede representar enfermedades para la población, ésta contaminación puede corresponder a fallas en el tratamiento (cloración) y en la distribución del recurso. Así como también, Gonzales Freire (2019), en Tungurahua- Ecuador indica que el ICA permite la evaluación de la calidad del agua de las tres fuentes seleccionadas para el abastecimiento de agua estableciendo que es apta para el consumo humano y uso doméstico.

Reñe (2015), en Argentina, en su estudio indica que en la ciudad de Rosario; cinco reservorios de agua potable tienen presencia de microorganismos patógenos, tres tienen presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* conjuntamente, 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. Araujo & Benito (2017), en Lima-Perú, en su



investigación en reservorios y grifos indican que existe la presencia de bacterias coliformes totales 4 UFC/100 ml, 2 UFC/100 ml y 1 UFC/100 ml en las zonas de captación, reservorio y grifos respectivamente sobrepasando los parámetros máximos permisibles por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano.

Cazares & Alcántara (2014) en Buenos Aires-Argentina, en su estudio microbiológico realizado en agua potable; obtiene coliformes totales en un 18 UFC/100 ml y ausencia de coliformes fecales y en resultados de las 11 muestras de comunidades respecto a coliformes totales: 6 UFC/100 ml y ausencia de coliformes fecales, concluyendo que el agua está contaminada con heces y son una fuente de infección para enfermedades.

Cáceres (2018), en Lima-Perú, en su estudio en agua potable de distribución en cisterna de la Empresa Distribuidora de agua natural SAC no encontró coliformes totales ni *Pseudomonas aeruginosa*, por lo tanto el agua envasada si es apta para el consumo humano. Así como también Flores (2014), en Huancayo-Perú, en su estudio nos indica que los resultados del análisis físico-químico y microbiológicos de agua potable de los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca, en piletas no hay presencia de coliformes totales ni coliformes termotolerantes, por lo cual el agua si es apta para consumo humano. Rodríguez (2016), en Trujillo- Perú, en su investigación indica que la calidad microbiológica de agua para consumo humano proveniente de la laguna del distrito de Quiruvilca -La Libertad es de calidad aceptable para consumo humano ya que la presencia de coliformes es: 0 NMP/100 ml.



Sotil & Flores (2016), en Iquitos-Perú, en su estudio microbiológico indicaron que el agua del río Mazán se caracteriza por tener aguas con poco contenido de materiales desechables en suspensión. El valor promedio fue: 4.66 UFC/100 ml para coliformes totales, siendo resultados dentro de los parámetros permisibles. Por otro lado, Cajas (2019), en Huánuco- Perú, en su investigación de análisis microbiológico de agua potable demostraron que solo una muestra está dentro de los límites permisibles según el DS 004- 2017 MINAM y la muestra dos (189 NMP/100 ml), tres (450 NMP/100 ml) y cuatro (975 NMP/100 ml) no cumple con los parámetros microbiológicos, según ECA. Así como también Flores (2019), en Trujillo- Perú, en su estudio de análisis microbiológico en agua de reservorio concluyendo que coliformes totales es 1200 NMP/100 ml y coliformes fecales 1100 NMP/100 ml. La gente de Nina Rumi consume agua no apta para el consumo humano, porque tienen alta contaminación de coliformes totales y fecales.

Aguilar (2019), en Tingo María- Perú, en su investigación en la salida del filtro del reservorio indica que los resultados para coliformes totales es 240 NMP/100 ml y para coliformes termotolerantes es 494.02 NMP/100 ml, sobrepasando los límites permisibles y demostrando que no es apta para consumo humano. Por otro lado, Trujillo & Ponce (2018) en Lima- Perú, en su estudio de análisis microbiológico en agua potable demostró la presencia de coliformes totales que superan los límites máximos permisibles según reglamento de calidad de agua para el consumo humano incumpliendo con los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010 S.A generando un brote infeccioso de enfermedades gastrointestinales. Así como también, Flores (2016), en Lima-Perú, en su investigación menciona que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en agua potable de pileta para coliformes totales es 0 NMP/100 ml, cumplen con los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua, establecidos en el Decreto Supremo N° 015 – 2015 –



MINAM.

Galindo (2018), en Tingo María-Perú, en su estudio sobre análisis microbiológico en agua potable arrojaron un valor apto de <1 NMP/100 ml en tres de las cuatro comunidades del distrito de La Constitución y en dos de las cuatro comunidades estudiadas los cuales son de Alto Morona y Nuevo Perú Obchis resultando no apto; y para coliformes fecales nos indica que no cumple con los límites permisibles en la comunidad de Morona. Así mismo, Palomino (2017), en Ayacucho-Perú, en su investigación de acuerdo a la evaluación microbiológica y fisicoquímica de aguas de consumo humano obtuvieron que el 100% de muestras de agua presentan contaminación por coliformes totales y coliformes fecales, el 58.3% de muestras presentan más de 500 UFC/100 ml indicando que estas aguas no son aptas para consumo humano. Mejía & Zelada (2019), en Jaén- Perú, en su estudio indicaron que las condiciones microbiológicas y parasitológicas para ser considerada apta para el consumo humano debido a que todas las muestras de agua en las viviendas presentan un NMP importante de coliformes fecales, totales y *Escherichia coli* de acuerdo a la técnica del NMP el 100% de muestras no son aptas para el consumo humano, según el D.S N° 031-2010; mientras que los resultados obtenidos son > 6.8 NMP/100 ml para coliformes totales y coliformes fecales > 4 NMP/100 ml finalmente para *Escherichia coli* resultó > 2 NMP/100 ml.

Casilla (2014), en Desaguadero-Puno, en su estudio de análisis microbiológico demuestra que la contaminación del agua en la cuenca alta y media del río Suches en el año 2002 es 0 NMP/100 ml ; lo cual se encuentran por debajo de los valores de referencia, indicando que estas aguas son aptas para consumo humano.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El agua

El agua es fundamental para la vida, pero hoy en día es un recurso escaso en todo el mundo, por lo que luchan día a día por encontrar algo apto para el consumo y para satisfacer nuestras necesidades. Millones de jóvenes siguen muriendo cada año a causa de enfermedades prevenibles relacionadas con el agua. Los desastres naturales relacionados con el agua, como son las inundaciones, las tormentas tropicales y los tsunamis cobran un alto precio en vidas y sufrimiento humanos (Cázares & Alcántara, 2014).

Además de satisfacer las necesidades humanas básicas, contribuye al progreso sostenible de otras personas. Es una de las fuentes de energía más importantes del mundo. (Quispe, 2017). El agua es fundamental para los procesos industriales y la agricultura, y en algunos lugares forma parte del sistema de transporte. 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., 2020). Aunque algunos analistas predicen futuros conflictos en relación con el agua, muchos países comparten con éxito cuencas fluviales, mares interiores y otros recursos hídricos, lo que demuestra que este elemento puede ser también un poderoso catalizador de la cooperación internacional (Marit & Gandía, 2012).

En enero de 2018, los servicios básicos de agua potable y saneamiento en zonas urbanas y rurales de Perú; El 89,4% puede entrar al agua por la red pública, el 84,1% puede entrar al agua por la red pública de la vivienda, el 3,9% puede entrar al agua desde el exterior del edificio y el 1,3% puede entrar al agua en la piscina comunitaria del edificio

(Cázares & Alcántara, 2014). En las ciudades, los servicios son prestados por el 94,4% de la población: el 88,4% en el hogar, el 4,7% en el exterior, pero en edificios y el 1,2% de uso público. En el área rural, el 71.9 % de la población tiene acceso a agua por red pública; el 69.2% dentro de la vivienda, el 1.2 % fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación y el 1.6% por pilón de uso público (Perez, 2017). Necesitamos agua para respirar, para lubricar nuestro cuerpo, desintoxicar y mantener su temperatura, aunque un ser humano puede vivir bien durante dos semanas sin comer, no puede sobrevivir tres o cuatro días sin beber agua; también las plantas la requieren para existir, ya que no tienen capacidad de producir su alimento, de vivir y de crecer sin el agua (Contreras et al., 2008).

2.2.2. Características microbiológicas y parasitológicas de agua potable para el consumo humano.

Límites aceptables de características microbiológicas en agua potable.

Tablas 1. Límites permisibles de resultados microbiológicos y parasitológicos (MINAM, 2017).

AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE				
		A1	A2	A3
PARÁMETROS	UND	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	“	“
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20 000

Formas Parasitarias	N° organismo/L	0	“	“
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	0	“	“
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos	N° Organismo/L	0	$< 5 \times 10^6$	$< 5 \times 10^6$

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

Fuente: D.S. N° 015-2017-MINAM.

Los estándares de calidad para el agua son referentes en el diseño de aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones (MINAM, 2017), puesto que teniendo las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes en dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente (Webster, 2015).

Tablas 2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos (DIGESA 2010)

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35 °C	0
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml a 44,5 °C	0
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 ml a 44,5 °C	0

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2015- SA



2.2.3. Contaminación del agua.

La contaminación del agua es un problema que nos aqueja desde tiempos pasados, ya que ha acompañado a los hombres en toda su historia. Sin embargo, el deterioro más serio y severo de ríos y lagos en el mundo ha ocurrido desde el siglo XVIII con el inicio de la industrialización y la implementación de una variedad de plantas de procesamiento que usaban grandes volúmenes de agua y por lo tanto también generaban enormes cantidades de aguas residuales que contaminaban los ríos y lagos (Perez, 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud cuando la estructura del agua ha sido alterada no cumple las condiciones esenciales para su uso previsto en su estado natural; la contaminación del agua se puede considerar un costo social que toda actividad económica genera y que implica una pérdida de bienestar general, ya que el saneamiento para volverla potable demanda un costo extra (UNAM, 2018). Asimismo, el agua puede contaminarse durante el transporte o almacenamiento en nuestros hogares, lo que puede perjudicar la salud de los consumidores. Aumento de enfermedades gastrointestinales debido al suministro de agua insalubre, saneamiento deficiente y saneamiento deficiente (Panadés, 2015). También decimos que una de las patologías más afectadas por el agua contaminada es la diarrea, provocando un 4% y un 5% de morbilidad tendiendo a ser causada por patologías gastrointestinales. A nivel mundial se registran alrededor de dos millones de fallecimientos por año, de los cuales los niños resultan ser los más afectados (Vera, 2019).

Así, la contaminación del agua proviene de industrias abiertas como la agricultura, la urbanización, la silvicultura y el uso de fertilizantes. Existe un volumen de nitrógeno residual no asimilado por las plantas y que por lixiviación se conduce hasta la zona de saturación de agua, donde se acumula en forma de nitratos, también los lixiviados de



estiércol de ganado contribuyen a la contaminación de las aguas subterráneas, algo semejante ocurre con la contaminación con otras enteró bacterias, se verifica de forma sencilla atendiendo los caracteres bioquímicos, comprobando la fermentación de la lactosa y la producción de indol con ausencia de actividad frente al citrato y la urea (Quispe, 2017).

Hay dos tipos de fuentes de contaminación por compuestos nitrogenados para el agua natural: la contaminación puntual y la contaminación difusa. El primer caso se asocia a actividades de origen industrial, ganadero o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas, lixiviación de vertederos), mientras que en la contaminación dispersa o difusa, la actividad agronómica es la causa principal, si bien las fuentes de contaminación puntual pueden ejercer un gran impacto sobre las aguas superficiales o sobre localizaciones concretas de las aguas subterráneas, las prácticas de abono con fertilizantes (orgánicos o inorgánicos) son generalmente las causantes de la contaminación generalizada de las aguas subterráneas (Rodríguez et al, 2012).

Si la presencia de microorganismos transportados por el agua no se limita a una zona concreta del planeta, ni su nivel de avance, esto se debe a la baja inversión por parte de los estados para garantizarnos de tener agua limpia para todas las personas, control de epidemias y falta de participación en los sistemas de salud pública, beneficio de la propagación, incidencia, morbilidad y mortalidad asociada con patologías de agua potable similares, principalmente en países en vías de desarrollo (Torres, 2019). Los recursos hídricos inciertos hacen que las redes sociales sean vulnerables a los brotes de enfermedades (Torres, 2019). La carencia de garantías en la seguridad del recurso hídrico provoca que la red social quede expuesta al peligro de brotes de patologías. Evitarlos es



particularmente importante dado que el agua como vehículo tiene gran potencial de infectar simultáneamente a gran proporción de la población (Ríos & Agudelo, 2017).

2.2.3.1. Principales contaminantes del agua

Microorganismos_patógenos.- Son los diversos tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que emiten patologías como el cólera, tifus, gastroenteritis, hepatitis y otros; en los países en fuentes de avance las patologías producidas por los mismos pertenecen a los fundamentos más destacables de muerte prematura, más que nada de jóvenes (De Fuentes & Blanco, 2008).

Estos microbios ingresan al agua a través de las heces y otros desechos orgánicos producidos por personas infectadas. Por lo tanto, el mejor indicador de la salud del agua en relación con estos microbios es la cantidad de bacterias coliformes en el agua. La OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua (Girbau, 2002).

Bacterias coliformes indicadores de la calidad del agua.

La calidad microbiológica del agua potable es crítica, y la prueba de evidencia similar para coliformes totales y termotolerantes debe ser una prioridad máxima. Por otra parte, la contaminación química también es importante, pero ella no está asociada con efectos agudos sobre la salud humana y tiene una menor prioridad a corto plazo que la contaminación bacteriológica, dado que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades microbianas relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias, muestran elevados índices de prevalencia (Quispe, 2017), debido a estas condiciones, en el caso de los microorganismos patógenos no existe un límite inferior tolerable; por lo que el agua destinada al consumo, la preparación de alimentos y bebidas o la higiene personal no debe contener ningún agente patógeno para los seres humanos. Esto se puede



conseguir seleccionando fuentes de agua de buena calidad, tratando y descontaminando eficazmente el agua contaminada con heces de seres humanos o de animales u otras sustancias y protegiéndola para que no haya contaminación durante la distribución al usuario (Marchand, 2002).

Coliformes totales.

Los coliformes totales se conocen como indicadores bacteriológicos y su presencia en los sistemas de agua indica contaminación fecal. La evaluación de dichos indicadores biológicos es relativamente simple y directa, su crecimiento es rápido sobre medios relativamente simples y su cultivo en laboratorio es sencillo (Hernández & Poot, 2018). Entre los indicadores más famosos tenemos las bacterias coliformes representadas por 4 Enterobacteriaceae géneros Citrobacter, Enterobacter, Escherichia y Klebsiella. Son un grupo de bacterias gramnegativas aerobias facultativas, no forman esporas, fermentan la lactosa durante 48 horas a 37°C, contienen β -galactosidasa, son oxidasa negativas, son bacilos (Lauren, 2012). Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, se les puede encontrar en el agua, el suelo y los vegetales, y forman parte de la flora intestinal de los seres humanos y de los animales de sangre caliente y fría (Vázquez et al., 2002).

Coliformes fecales.

Son bacterias gramnegativas, no formadoras de esporas, aeróbicas, con forma de bastón que crecen a 44,5 °C y fermentan en 48 horas, produciendo un gas que calienta a los ocupantes del tracto digestivo humano y animal. Son un grupo de bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gramnegativas, intolerantes a la lactosa, que son habitantes típicos del intestino grueso y de los animales (Coaquira, 2018). Muchas de ellas no son capaces de reproducirse fuera del intestino, por lo que sirven de indicadores de la contaminación por aguas fecales (Condori & Guillen, 2018). La mayor especie en el



grupo de coliformes fecales es la *Escherichia coli* y en menor grado las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Quispe, 2017).

2.2.4. Contaminación del agua por parásitos

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. Primero, no tenemos acceso al agua y no podemos disponer adecuadamente de los excrementos y desechos líquidos y sólidos (Cajas, 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 tenemos dos grupos: protozoos y helmintos.

Protozoos

La mayoría de estas formas de parásitos, quistes u ooquistes y trofozoítos, permanecen en el proceso de filtración del sistema de tratamiento, algunos de los cuales son ooquistes resistentes a la cloración. Son una fuente de enfermedades diarreicas en los animales en los que viven, y en algunos casos son oportunistas y causan enfermedades graves, incluso en jóvenes, ancianos y enfermos (Coaquira, 2018). Los protozoos patógenos más comunes que se encuentran en suelos contaminados son: *Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica*, *Balantidium coli*, *Blastocystis* spp, *Enterocytozoon bieneusi*, *Encephalitozoon intestinalis*, *Cryptosporidium* spp algunas otras especies de



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

Tablas 3. Modo de transmisión de los protozoarios

PARÁSITO	TRANSMISIÓN
PROTOZOOS	
<i>Blastocystis hominis</i>	
<i>Cryptosporidium parvum</i>	
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	
<i>Dientamoeba fragilis</i>	Oral- fecal
<i>Entamoeba dispar</i>	
<i>Giardia lamblia</i>	
<i>Isospora belli</i>	
<i>Microsporidium sp</i>	
OTROS PROTOZOOS NO PATÓGENOS	
<i>Entamoeba coli</i>	
<i>Entamoeba hartmanni</i>	Oral- fecal
<i>Endolimax nana</i>	

Fuente: (Panadés, 2015)

Es complejo en algunos de ellos, presentan etapas con reproducción asexual y sexual; 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).



Figura 1. Fases del ciclo vital de los sarcodinos y ciliados
Fuente: Cázares & Alcántara (2014)

A.- Protozoarios patógenos

Giardia lamblia

Giardiasis

Esta enfermedad es común en todo el mundo y es la causa de la diarrea del viajero en humanos. El parásito se transmite al consumir alimentos o agua con quistes. La giardiasis es la enfermedad parasitaria más común y conocida en la Tierra. Es un problema de salud pública, especialmente en los países en vías de desarrollo (Vazquez & Campos, 2009).

Afectando a individuos de todas las edades, aunque por sus consecuencias clínicas principalmente provoca retrasos en el crecimiento y síndromes de mala absorción en los niños. Puede adquirirse de manera directa por contagio personal y contaminación oral fecal, o bien, de forma indirecta por medio del agua y más consumiendo alimentos contaminados (Asencio, 2018). Centrándonos en el tema pediátrico, las guarderías e instituciones semejantes, reúnen las condiciones especiales para la transmisión de la



enfermedad: contacto físico recurrente entre un alto número de jóvenes. En estos casos, del 20 al 50% de los niños menores de 3 años albergarán el parásito y, aunque muchos de ellos serán asintomáticos, podrán transmitirlo a los restantes miembros de sus familias (Díaz & Fernández, 1996).

Agente etiológico

El parásito *Giardia lamblia* es un protozoo flagelado similar a Diplomata que tiene dos formas: trofozoitos y quistes. Los trofozoítos viven en la superficie de la mucosa del duodeno y de la parte alta del yeyuno donde se multiplican por fisión binaria favorecida por el pH alcalino de esta zona y permanecen firmemente unidos a las microvellosidades por medio de un potente disco succionador, o bien, pueden encontrarse libres dentro de la luz intestinal; muy raramente invaden aquélla y únicamente se pueden visualizar en las heces blandas o líquidas (Díaz & Fernández, 1996).

Morfología

Trofozoíto

El cuerpo mide 8-12 μm de largo y 5-8 μm de ancho, en forma de pera, 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). Contiene tubulina y giardina, tiene 4 pares de flagelos y algunos cuerpos centralizados. Éstos impulsan el trofozoíto de manera desigual, similar a la caída de una hoja (Lauren, 2012). Estructuralmente, tiene 2 núcleos de igual tamaño, ambos transcripcionalmente activos, y 2 cuerpos que difieren en morfología, dando como resultado el descubrimiento de muchas especies de *Giardia lamblia*. Otros orgánulos incluyen el aparato de Golgi (descrito como trofozoítos encapsuladores), lisosomas y ribosomas. No se encontraron mitocondrias ni retículo endoplásmico liso. (Beato & Caballero, 1999).

Quiste

Tiene forma ovalada o redonda, mide 15.4 μm de longitud y 9.7 μm de ancho y tiene de 2 a 4 núcleos. El citoplasma tiene axonemas flagelares, vacuolas, ribosomas y fragmentos del disco ventral. Las estructuras internas que se observan en el trofozoíto, están de manera desordenada dentro del quiste (Lujan, 2006). 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 & Soriano, 1995).

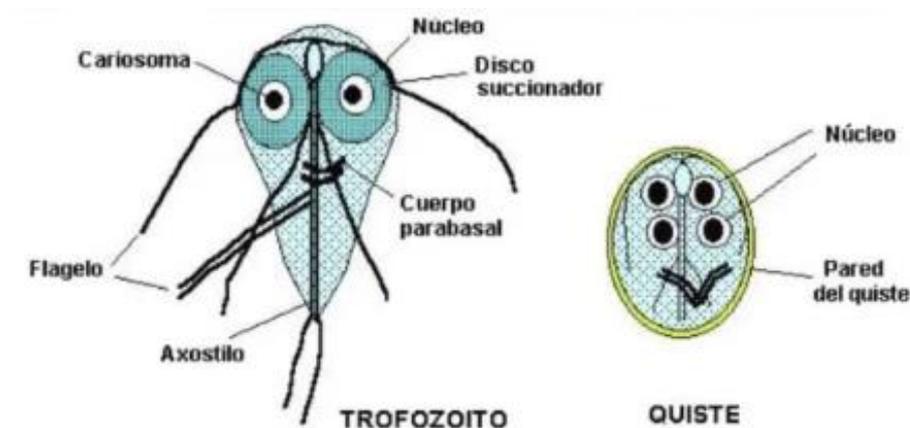


Figura 2. Trofozoíto y quiste de *Giardia lamblia*

Fuente: <https://pt.slideshare.net/vianenevarez/giardia-lamblia-48355600/>

Ciclo biológico

La infección sucede al ingerir los quistes. La dosis infectante oscila de 1 a 10 quistes. En el intestino delgado ocurre el desenquistamiento, el cual se inicia en el estómago (pH 2) y termina en el duodeno bajo la influencia de las secreciones pancreáticas (Gallego & Heredia, 2014). Cada quiste produce dos huevos de trofozoítos que viven en las vellosidades intestinales y colonizan el duodeno y el yeyuno. Estos trofozoítos se reproducen inmediatamente por fisión binaria. Se fijan en la membrana



mucosa y, si las condiciones son desfavorables, se aíslan y excretan con las heces. (Pereira, 2008).

La contaminación de las fuentes de agua con *Giardia lamblia* puede ser el resultado de actividades humanas que conducen a la introducción de estos fluidos residuales, que a veces se transportan cerca del ciclo de vida de algunos animales salvajes. (Gallego & Heredia, 2014). Sin embargo, la mayoría de los brotes de giardiasis debido a la contaminación del agua se han producido debido a fluidos que contienen heces humanas. Otros estudios, también han demostrado que es esa la forma principal de contaminación de las aguas utilizadas por el hombre para sus múltiples actividades (Almannoni, 2010).

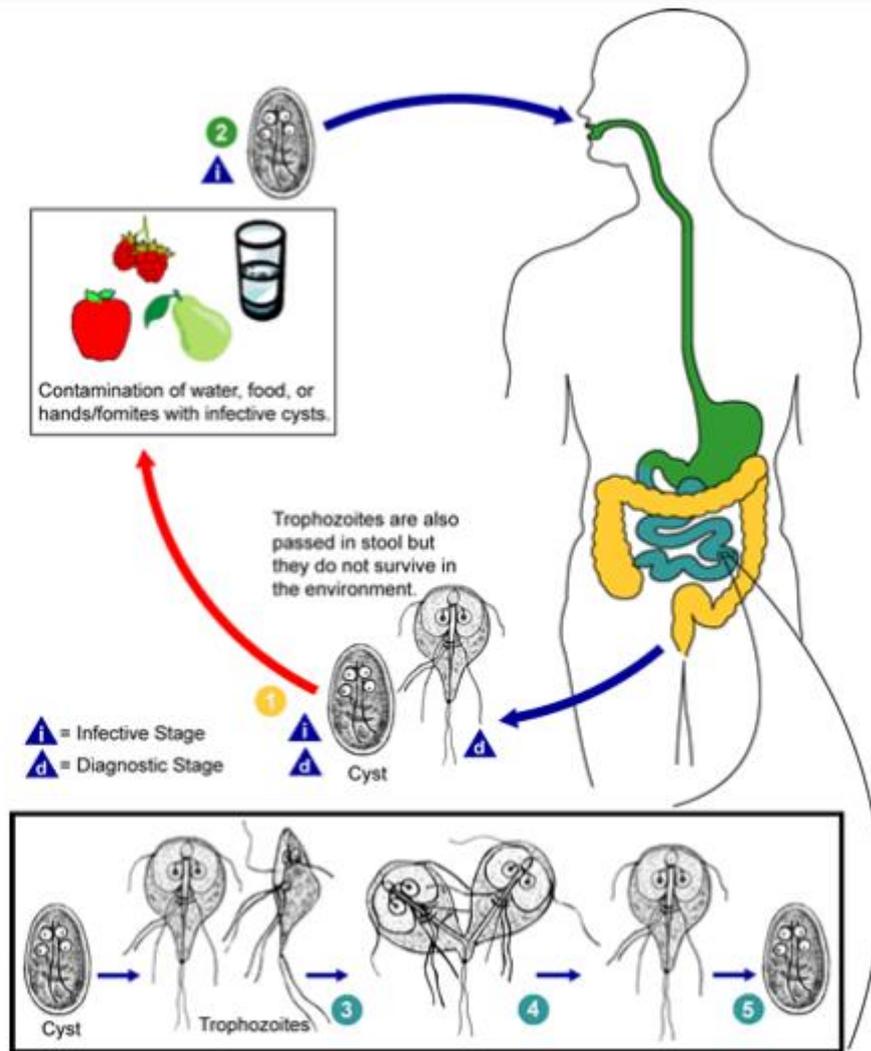


Figura 3. Ciclo biológico de *Giardia lamblia*
Fuente: Catarina (2014)

Patogenia

Este parásito se encuentra más en el duodeno y yeyuno proximal, con continuidad relativa, invade las vías biliares, particularmente en pacientes inmunocomprometidos. La gravedad de la infección está relacionada con el genotipo de *Giardia*. En una población china, se identificaron hasta 15 genotipos por PCR, pero se agrupan en su mayoría en genotipos y B; siendo la infección por el genotipo B la más severa (Coaquira, 2018). Se desconoce el mecanismo exacto por el cual *Giardia lamblia* causa diarrea. El principal órgano de apego, como se mencionó anteriormente, es la ventosa ventral, pero es probable



que la lectina juegue un papel menor en el apego. El revestimiento intestinal rara vez se ve afectado en humanos, y la giardiasis extraintestinal es extremadamente rara. La invasión superficial de la mucosa se relaciona con esteatorrea (cantidades excesivas de grasa en heces) en ratones infectados, pero la invasión de la mucosa es poco recurrente (Beato & Caballero, 1999). Los trofozoítos tienden a agregarse en la pared y esto podría crear una barrera mecánica para la absorción de grasas y vitaminas liposolubles.

Estos trofozoítos de *Giardia lamblia* se adhieren a la mucosa, dejando una marca en su pared. Esta adhesión daña los intestinos y provoca diarrea. Se han encontrado deficiencias de disacaridasas, lactasa, xilasa y sacarasa, lo que puede explicar la diarrea, siendo la lactasa la enzima más afectada. La infección aplana las vellosidades intestinales, lo que perpetúa el cuadro diarreico (Lujan, 2006).

Epidemiología

La infección por *Giardia lamblia* tiene todo tipo de naturaleza y puede presentarse como un fenómeno común (afecta principalmente al número de niños, y muchas veces es contagiosa). El virus se transmite al ingerir quistes o, más comúnmente, trofozoítos de las heces. Los quistes son muy infecciosos, la ingestión de 10 quistes viables origina giardiasis sintomática en voluntarios (Torres, 2019). La transmisión es principalmente fecal-oral a través del contacto con humanos o animales infectados con *Giardia lamblia*; Las enfermedades a menudo son causadas por la contaminación fecal y oral a través del agua potable o del agua que contiene quistes. *Giardia lamblia* también se transmite sexualmente, especialmente entre homosexuales. El reservorio fundamental de *Giardia lamblia* es el hombre, enfermo o portador asintomático (Tevez, 2009). Sin embargo, la infestación entérica por *Giardia* es común y generalizada en animales domésticos (perros, gatos, pájaros, caballos, cabras, ovejas y ganado) y varios tipos de animales y aves



salvajes. En este sentido, algunos autores sitúan la transmisión zoonótica de *Giardia lamblia* como aislada de animales salvajes y salvajes infectados como vías de agua. Considerándose actualmente a la giardiasis como una zooantroponosis (Jesús & Soriano, 1995).

Manifestaciones clínicas

La infección por *Giardia lamblia* no presenta síntomas y es más común en los ancianos que en los jóvenes. Esto puede causar duodenitis, que se caracteriza por dolor y diarrea. Los desechos fecales suelen tener un olor muy agradable, ya que si hay algún problema con la succión, este olor es causado por el trabajo de descomposición. También puede causar náuseas y acompañarse de anorexia y pérdida de peso. (Catarina, 2004).

Diagnóstico

La giardiasis se diagnostica por medio de exámenes microscópicos de las heces, por medio de preparaciones teñidas o frotis húmedos sin tinción. Se tienen la posibilidad de hallar quistes o trofozoítos. El trofozoíto flagelado tiene una manera de “lágrima”, con dos núcleos en el extremo anterior (Diaz & Fernandez, 1996). El quiste tiene un tamaño de 13 micras, de forma ovalada, con dos o cuatro núcleos. Es posible que se requieran múltiples muestras ya que la excreción puede ser intermedia. A menudo se utilizan métodos de enriquecimiento (por ejemplo, lixiviación de sulfato de zinc). Además, la inmunofluorescencia se puede utilizar para identificar el cuerpo. El ensayo inmunoabsorbente relacionado a enzima (ELISA) puede ubicar antígenos de *Giardia* en las heces humanas, y debería ser eficiente en los animales. El cultivo sólo se usa en investigación (Torres, 2019).



Tratamiento

Su tratamiento incluye la administración de nitroimidazoles, semetronidazol, tinidazol, secnidazol y ornidazol, que en sus formas reducidas provocan un cambio en la estructura helicoidal del ADN bacteriano, dañando sus hebras y perdiendo su función (Lurigancho, 2013). También se utilizan otros fármacos, como la cloroquina y la quinacrina, que ya no se utilizan. Todos los adultos con síntomas y diagnóstico de giardiasis pueden ser tratados con metronidazol en dosis de 250 a 500 mg, 3 veces al día durante 7 días o 2 g al día en una sola dosis durante 3 días; en niños, la dosis de metronidazol es de 15 mg/Kg de suspensión al día repartido en 3 tomas durante las comidas por 7 días (Diaz & Fernandez, 1996).

B.- Protozoarios no patógenos

Entamoeba coli

Hablamos de la ameba intestinal no patógena que, probablemente, menos adversidades de reconocimiento morfológico muestra, más que nada bajo la forma de quiste maduro.

Morfología

Trofozoíto

Este estadio mide entre 15 y 50 μm . Muestra poca movilidad y directividad no marcada, pseudópodos romos y cortos, no hialinos, y sin diferenciación ectoplasmática y endoplásmica (Lauren, 2012). Con continuidad, el núcleo es visible en las preparaciones teñidas. Cuando se somete a tinción se aprecia un cariosoma irregular, no compacto, de gran tamaño, a menudo de localización excéntrica y rodeada por un halo de material sin teñir (Bárbara & Navarro, 2011). La estructura cromatina perinuclear tiene forma de gránulos gruesos, de tamaño y distribución irregulares. Sin embargo, algunos trofozoítos pueden presentar núcleos con cariosoma central y cromatina periférica uniforme. Algunas



veces se ven gránulos de cromatina dispersos entre el cariosoma y la cromatina perinuclear, formando una estructura radial (Coaquira, 2018). En la mayoría de casos, el citoplasma es granular y muy vacuolado, pudiendo contener bacterias, levaduras y otros detritos, siendo habitual la presencia de esporas diminutas del hongo *Sphaerita*. Excepto en rarísimas oportunidades, el citoplasma no contiene glóbulos rojos (De Fuentes & Blanco, 2008).

Quiste

Así como también que en el resto de especies del “complejo *Entamoeba*”, además se observan formas prequísticas de complicado adscripción específica. Los quistes miden de 10 a 35 μm , aunque su tamaño recurrente es de 15 a 25 μm (Torres, 2019). Suelen ser redondos, pero pueden ser ovalados, y la pared del quiste es muy variable. Los quistes maduros suelen tener 8 núcleos, los quistes hipernucleares con 16 o más son raros, siendo muy poco recurrentes los quistes hipernucleados, con 16 o más núcleos. Los núcleos y la posición excéntrica de los cariosomas son observables, en la mayoría de los casos, en los quistes sin teñir, aunque para ver los cariosomas es conveniente fijarse en los quistes inmaduros mono o binucleados, en los que su tamaño es más grande (Henao & Toro, 1916).

La estructura nuclear es visible en tinciones permanentes, aunque no son tan buenos como en los trofozoítos. El cariosoma puede ser compacto o difuso, de localización central o excéntrica. La cromatina periférica varía desde gránulos gruesos e irregulares hasta una apariencia más uniforme que la que se ve en los trofozoítos (Gallego & Heredia, 2014). El citoplasma de los quistes inmaduros contiene una gran cantidad de glucógeno con núcleos eliminados alrededor del quiste, mientras que los quistes maduros proliferan y pueden contener glucógeno. Los cuerpos cromatoidales suelen tener forma

de astilla y más raramente acintada o filiforme, con los extremos irregulares (Bárbara & Navarro, 2011).

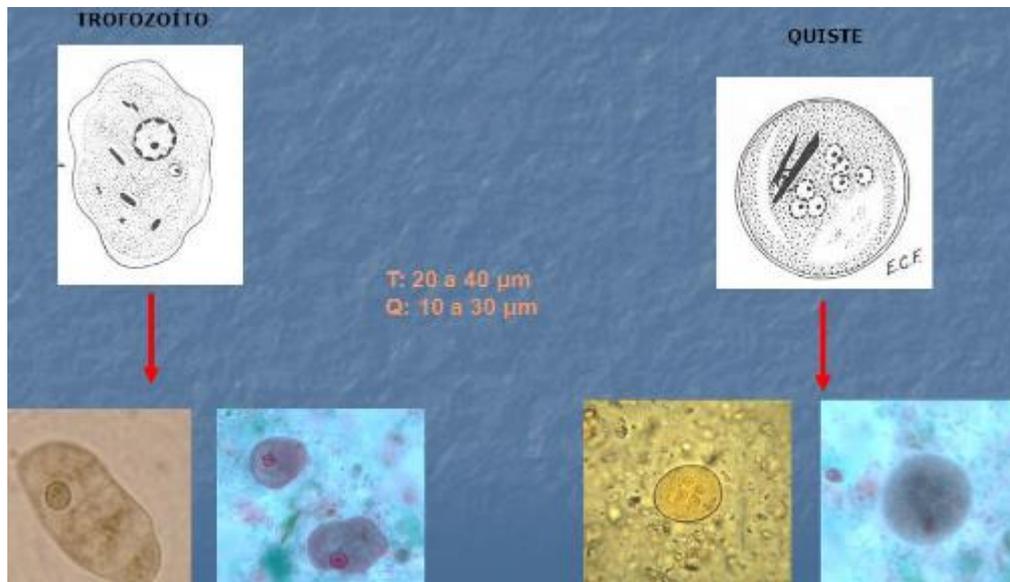


Figura 4. Trofozoíto y quiste de *Entamoeba coli*
Fuente: <https://slideplayer.es/slide/158219/estamoebacoli>

Ciclo biológico

Tiene varias etapas, estas dependen de los nutrientes o de la ausencia de estos en el medio que lo rodea.

Trofozoíto: En este momento, esta especie se reproduce por fisión binaria. Se observa una ameba incolora con un tamaño de 20 a 30 micrones. Las vacuolas digestivas contienen endoplasma con bacterias en su interior. Los movimientos que produce comienzan lentamente, con seudópodos cortos y poco desarrollo (Torres, 2019).

Prequiste: Comienzan a prepararse para la enquistación, el trofozoíto elimina los alimentos no consumidos de su citoplasma y sus señales aumentan en circulación.



Quiste inmaduro: La ameba primero desarrolla una fuerte capa protectora que protege las células del duro entorno externo. Al mismo tiempo, comienza a formarse una vacuola con glucógeno en su interior. (Lurigancho, 2013).

Quiste maduro: El núcleo se divide tres veces, alcanzando un total de núcleos 8. En el citoplasma de un quiste maduro, se ven espículas o estructuras inusuales llamadas cromátidas. También se puede distinguir entre vacuola y glucógeno. (Lauren, 2012).

Metaquiste: En esta fase, 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

Trofozoíto metaquístico: Estos son el resultado del metaquiste. Al empezar su alimentación se desarrollan y crecen formando el trofozoíto, cerrando así el ciclo de vida (Elisa, 2012).

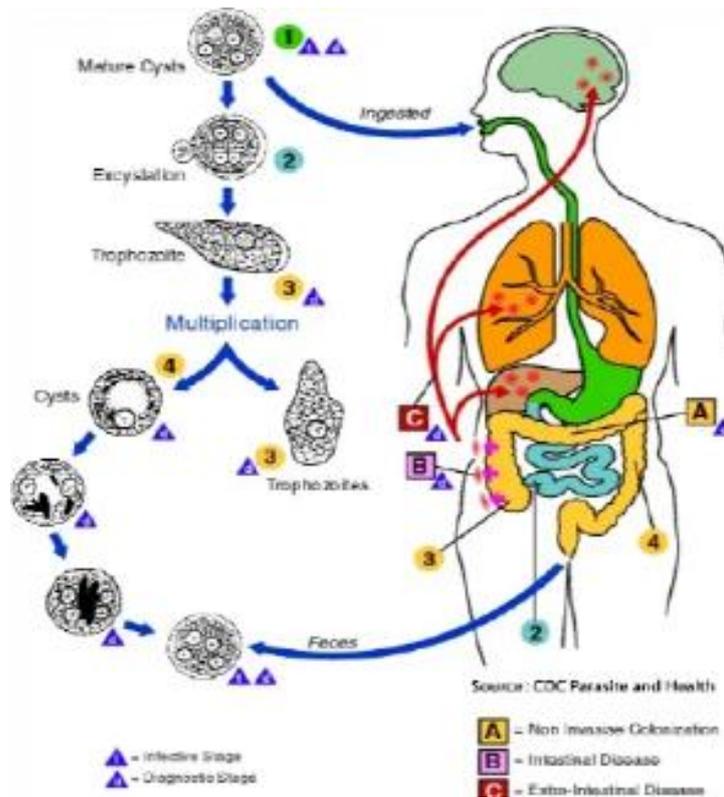


Figura 5. Ciclo biológico de *Entamoeba coli*
Fuente: <https://pt.slideshare.net/ltudesco/fototeca-parasitos/36>

Patogenia

Esta forma se transmite en quiste viable que llega a la boca por contaminación fecal y se ingiere. Alojado en el intestino grueso y no produce síntomas (Henao & Toro, 1916).

- Estreñimiento
- Gases
- Anemia
- Trastornos de la piel
- Nerviosismo
- Rechinar los dientes
- Disfunciones inmunológicas
- Diarrea



- Dolor articular y muscular
- Alergia
- Trastorno del sueño
- Síndrome de fatiga crónica
- Náuseas y trastornos gastrointestinales

Diagnóstico

Entamoeba coli no produce trastorno de disentería o amebiasis hepática, cuando esta ameba está en el tracto digestivo no está indicado hacer un tratamiento. Se realiza mediante un análisis directo de las heces, además de métodos de concentración o tinciones especiales como tricrómica, hematoxilina férrica, entre otras (Loonets, 2016).

Tratamiento

El tratamiento para *Entamoeba coli* usualmente es el metronidazol, pero también se puede usar el cotrimoxazol, pirimentamina (Brooke & Healy, 1993).

Reglas para prevenir la parasitosis intestinal: Según (Cáceres, 2018)

Lavarse las manos con bastante agua antes de preparar los alimentos o comer y después de ir a los servicios higiénicos; lavar bien las frutas y verduras que se coman crudas; si no hay agua potable, hervirla por 10 minutos o ponerle cloro (3 gotas de cloro por litro de agua) y mantener la vivienda, los pisos, las paredes y los alrededores limpios y secos.

Evitar el contacto de las manos y los pies con el lodo (barro), como la tierra o la arena de aquellos sitios donde se sabe o se sospecha que existe contaminación fecal; evitar



ingerir alimentos en ventas callejeras y lugares con deficientes condiciones higiénicas (Girbau, 2002).

La parasitosis intestinal es un problema de salud pública, que se encuentra entre las diez causas de muerte, especialmente en los países desarrollados, que continúa debido a la falta de higiene ambiental y la falta de control y medidas adecuadas. (CDB, 2010). La alta incidencia de infecciones parasitarias y poliparasitosis perjudica el estado de salud, especialmente de los jóvenes que se encuentran permanentemente en causas de compromiso y los niños son susceptibles a contraer enfermedades parasitarias, aquellas causadas por parásitos, cuya forma es infecciosa por vía oral (Ríos, 2019).

2.2.5. Métodos para determinar el grado de contaminación del agua

Número más probable (NMP)

Esta es una estrategia útil para estimar el tamaño de la población, especialmente cuando no es posible utilizar una sola celda.

La técnica consiste en la determinación de presencia o ausencia en réplicas de diluciones consecutivas de atributos particulares de microorganismos presentes en muestras de suelos u otros ambientes (Panadés, 2015). Uno de los requisitos más importantes de este método es la necesidad de poder reconocer un atributo particular de la población en el medio de crecimiento a utilizarse. El estimado de densidad poblacional se obtiene del patrón de ocurrencia de ese atributo en diluciones seriadas y el uso de una tabla probabilística. El atributo particular a usarse en esta técnica es la capacidad de microorganismos a formar colonias en medios sólidos de crecimiento (Andueza, 2014).



Conteo directo

Se hizo con microscopio o en Petrov-Hauser para leer la sala, y de la misma manera, leer las celdas construidas en secciones para que cada cuadro de la sala corresponda al tamaño correcto, ya que se conoce la profundidad. . Dado que las células no se pueden distinguir de las células muertas con este método, los resultados de la prueba se denominan números absolutos. (Quispe, 2017).

Cultivo en placas

Para encontrar el crecimiento de bacterias en el laboratorio, es necesario proporcionarles un ambiente con suficientes nutrientes y condiciones físico-químicas para su crecimiento. Un cuerpo cultivado contiene agua y la cantidad de alimento necesaria para su metabolismo (Por & Yucra, 2013). Normalmente se utilizan placas petri con agar más nutrientes específicos (según el microorganismo que se desea aislar), también existen medios de cultivo en tubos de ensayo, aparece un medio de cultivo sólido en placa de petri, en el fondo, medios de cultivo en tubos de ensayo (Valentin, 2006). El crecimiento bacteriano se puede ver en la placa de agar (área de color rosa oscuro). En la placa, las áreas de crecimiento periférico son grupos de células que han crecido a partir de la célula principal y se denominan colonias. No todos los microorganismos se pueden crear en el laboratorio, pero sí un gran número (Coaquira, 2018). Podría hablarse de cultivos bacteriológicos porque en la mayoría de los casos lo que se cultiva en el laboratorio clínico son bacterias, pero también lo pueden hacer otro tipo de microorganismos (Barrero, 2009).



Filtro de membrana

La filtración en membrana consiste en una separación física a través de una membrana semipermeable que retiene las partículas de medida superior al diámetro de poro o selectividad (Calero, 2016).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El muestreo se realizó en la Ciudad de las Cajas Reales -Chucuito, Provincia de Puno–Región de Puno, ubicado en la carretera Panamericana sur. Entre las coordenadas: 69°53'21'' de longitud oeste y 15°53'15'' de latitud sur del meridiano de Greenwich a una distancia de 18 km. de la ciudad y capital del departamento de Puno (Chambilla, 2015); las muestras fueron procesadas en el laboratorio de microbiología y parasitología de la facultad de Medicina humana de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estudiada fue muestras de agua de 3 pozos y 2 piletas colectadas de la Ciudad de las Cajas Reales- Chucuito. Se tomó muestras de cada fuente hídrica en puntos de referencia planificados.

Puntos y número de muestreo

Tablas 4. Puntos de muestreo y número de muestras en agua

MUESTRAS	UBICACIÓN	N° DE MUESTRAS
Pileta 1	Frente al cementerio de Chucuito-costado de la Iglesia Asunción	3
Pileta 2	Centro de Salud de Chucuito	3
Pozo 1	Puente próximo al Centro de Salud de Chucuito	3
Pozo 2	Cerca al Hospedaje Umaljasa (vivienda de un poblador)	3
Pozo 3	Próximo al Hospedaje Taypikala	3



Tipo de estudio:

Estudio de diseño observacional, descriptivo, analítico y transversal, analítico por que se realizó el análisis de las muestras de agua de pozos y piletas y los resultados se compararon con las normas legales vigentes del MINAM y la DIGESA, analítico por que se realizó un análisis de los resultados y sus posibles efectos, en los casos que superan a los recomendados por las normas vigentes.

3.3. MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

- **Equipos.** - Estufa, autoclave, balanza digital, microscopio binocular
- **Medios de cultivo y reactivos.** - Caldo lactosado, caldo verde brillante bilis, agar eosina azul de metileno, triple azúcar hierro agar, agar lisina hierro y Lugol.
- **Otros.** - Guantes, barbijo, frasco de boca ancha con tapón esmerilado, papel kraft, mandil, plumón indeleble, libreta de campo.

3.3.1. Determinación de la calidad bacteriológica de aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales- Chucuito:

Se aplicaron las metodologías recomendadas por D.S. N° 015-2017-MINAM

Preparación de materiales: Para este procedimiento, primeramente se esterilizo todos los materiales a utilizar como son: matraces, cubetas de ensayo y placas.

Toma de muestras en las piletas y pozos

Se tomaron en cuenta los procedimientos estandarizados establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial” (ANA, 2016), para ello se limpió y retiró del grifo cualquier tipo de materia



extraña adherida a la boca de salida. Se abrió el grifo, hasta que alcance su flujo máximo y se dejó correr el agua durante dos minutos. El recipiente de muestreo (vidrio) no se llenó completamente, el espacio de aire es útil para la homogenización de la muestra en el Laboratorio. Se ajustó fuertemente la tapa del frasco. La muestra en los pozos se colectaron en frascos de un litro, previo enjuague por tres veces con apoyo de contenedores (baldes) se sumergió hasta una profundidad de 20 cm, en un volumen de hasta 800ml.

Cuantificación de coliformes totales

Determinación de coliformes totales. -Método: Número más probable (NMP)

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. Son necesarias 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 & Calderón, 2000).

Prueba presuntiva.

Consistió en colocar volúmenes de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml de muestra en una serie de 9 tubos que contenían 9 ml de caldo lactosado, en los cuales los primeros 3 tubos tuvieron doble concentración de dicho caldo, luego se incubaron los tubos debidamente rotulados a 37 °C durante 48 horas. En esta prueba, la actividad metabólica de las



bacterias fue estimulada vigorosamente y ocurrió una selección inicial de organismos que fermentan la lactosa con producción de gas (Laura, 2000; Pascual & Calderón, 2000).

Interpretación.

En tubos negativos, el examen se dio por terminado, reportando la ausencia de coliformes totales en la muestra analizada; y en los tubos positivos se realizó la anotación convenientemente y se procedió a realizar la prueba confirmatoria para coliformes totales y fecales (Gallego & Heredia, 2014).

Prueba confirmativa.

Consistió en transferir un inóculo de cada tubo positivo de la prueba presuntiva a tubos que contenían caldo verde brillante bilis e incubados posteriormente a 37 °C durante 48 horas. Esta prueba redujo la posibilidad de resultados falsos positivos que pueden ocurrir por la actividad metabólica de bacterias formadoras de esporas (Gallego & Heredia, 2014). La formación de gas, el enturbiamiento y la fermentación dentro del lapso de 48 horas constituyó una prueba confirmativa de la presencia de coliformes. Los resultados se expresaron en términos de número más probable (NMP) de coliformes (Laura, 2000; 657 Pascual & Calderón, 2000).

Interpretación.

Si se observó turbidez y producción de gas: la prueba se consideró positiva, y se anotó el número de tubos positivos para posteriormente hacer el cálculo del NMP. Si en ninguno de los tubos se observara producción de gas, aun cuando se observe turbidez, se consideró negativo, estableciéndose el código 0, 0, 0 para efecto del cálculo del NMP (Gallego & Heredia, 2014).

Determinación de coliformes fecales.

Consistió en transferir un inóculo de cada tubo positivo de la prueba confirmativa a placas petri que contenían medio de cultivo EMB, sembrando el inóculo mediante una estría simple por agotamiento en el agar, y para confirmación se utilizó las pruebas bioquímicas: Agar hierro tres azúcares (TSI), agar lisina hierro (LIA), y se llevaron a incubación a 37 °C por 24 a 48 horas, posteriormente la interpretación (Coaquira, 2018).

Cálculos. De acuerdo a los tubos positivos en las pruebas confirmativas para coliformes totales y fecales, se estableció los códigos correspondientes para calcular por referencia en la tabla estadística correspondiente, el NMP de coliformes totales y termo tolerantes en 100 ml de agua (Laura, 2000; Pascual & Calderón, 2000)



Figura 6. Caldo Lactosado para determinar coliformes totales y coliformes fecales

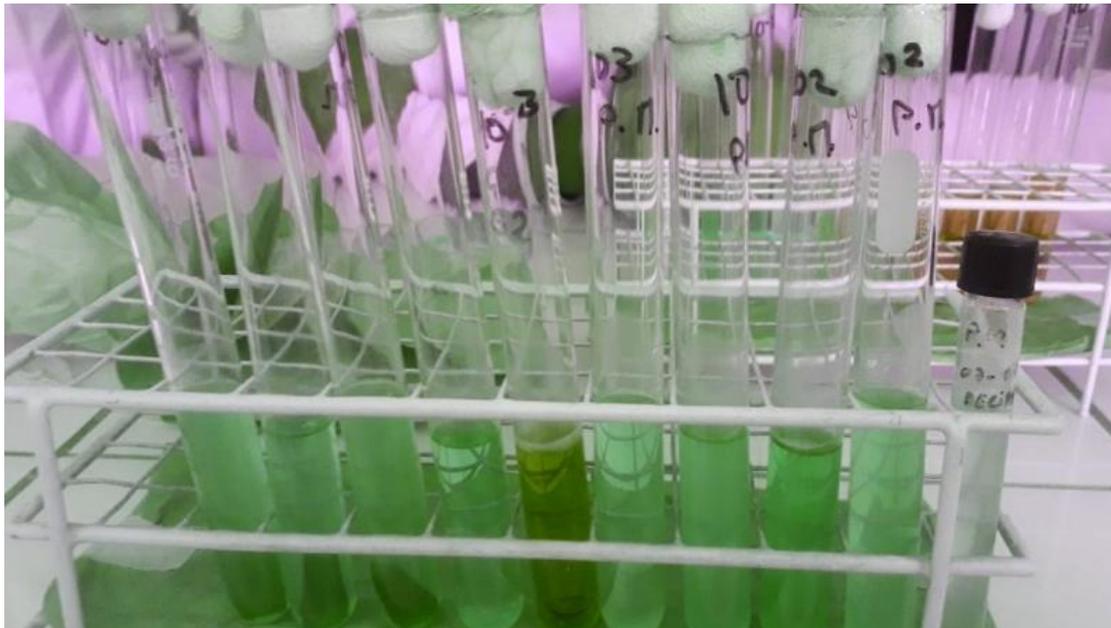


Figura 7. Medio de caldo verde brillante bilis para determinar coliformes totales

Diseño estadístico.

Los datos cuantitativos para el número de pozos y piletas positivas y/o negativos a la contaminación se analizaron mediante la prueba de la T de student, desviación estándar y para las comparaciones múltiples el método de Tukey.

Fórmula:

T de student

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sigma} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{(n_1 + n_2)}}$$

Dónde: t: t de student

x: promedio de los valores obtenidos de los dos injertos



n: número de muestras

σ : La desviación combinada

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (x)^2}{N}}$$

X: Variable

x_i : Observacion numero i de la variable x

N: Numero de observaciones

\bar{x} : Es la media de la variable x

Formula del método Tukey

$$T = q_{\alpha;K;N-K} \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

Dónde: q tiene una distribución de rangos estudentizadas

K número de tratamientos

N número total de observaciones

n número de observaciones en cada muestra

Se realizó las lecturas, utilizando el anexo, tabla 11

3.3.2. Determinación de la presencia de parásitos de aguas para consumo humano de pozos y piletas de la Ciudad de las Cajas Reales- Chucuito.

Para determinar la presencia de parásitos en aguas para consumo humano de pozos y piletas se procedió a preparar el material fungible para la toma de muestras en 3



ocasiones en cada punto, porta y cubre objetos para la identificación de especies parásitos, para este procedimiento se esterilizó previamente todos los materiales fungibles.

Numero de muestras en aguas

Muestras	Numero de muestreo	Repeticiones
Pileta 1	3	5
Pileta 2	3	5
Pozo 1	3	5
Pozo 2	3	5
Pozo 3	3	5

Fuente: La investigadora

Técnica de sedimentación por concentración (Floculación)

Fundamento

Consiste en la concentración que tienen todas las formas parasitarias para sedimentar espontáneamente en un medio menos denso y adecuado en la cual es posible la detección de quistes, trofozoítos de protozoarios, huevos y larvas de helmintos (Lurigancho, 2013). Así mismo, para la observación clara de la morfología de parásitos se utiliza la solución de lugol (Sánchez & Pinto, 2013).

Técnica

En 10 ml. de muestra de agua se dejaron sedimentar por toda la noche; transcurrido el tiempo se eliminó el sobrenadante evitando remover el sedimento, luego se agrega 10 ml de suero fisiológico para centrifugarlo, durante 5 minutos, seguidamente se procedió a decantar el sobrenadante y se pasó a retirar una gota del sedimento con una pipeta Pasteur descartable y se colocó en un portaobjeto; luego se observó al microscopio a 40x (Gallego & Heredia, 2014).

Lectura

Las lecturas se realizaron buscando la presencia de quistes, huevos y trofozoítos de protozoarios.



Análisis estadístico

Una vez obtenidos los datos, se tabularon empleando Microsoft Office Excel 2013. El procesamiento de los datos se fundamentó en análisis univariado, en cada uno de las fuentes hídricas evaluadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN AGUAS PARA CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DE LAS CAJAS REALES-CHUCUITO

Tablas 5. Coliformes totales de aguas de pozos y piletas consumidas por la población de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito-Puno

O.M	N°	REPETICIONES												P	DESV EST.
		NMP/100ml													
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12		
PILE TA 1	3	210	240	150	210	240	210	150	240	150	210	150	240	200	± 39.08
PILE TA 2	3	290	240	290	240	290	240	290	240	240	290	240	240	260.83	± 25.75
POZ O 1	3	75	75	43	64	75	43	75	64	43	75	64	43	61.58	± 14.46
POZ O 2	3	93	75	93	64	93	64	75	93	64	75	93	64	78.83	± 13.24
POZ O 3	3	120	75	93	120	93	120	75	93	120	75	93	120	99.75	± 19.24

Fuente: La investigadora

N°: Numero de muestreos

O.M: Origen de muestras

P: Promedio

En la tabla 5 se observa la presencia de coliformes que son considerados como indicadores microbianos relacionados a calidad de agua en piletas y pozos los cuales presentaron los siguientes resultados promedio de coliformes totales; la pileta 2 con 260.83 NMP/100 ml, pileta 1 con 200.00 NMP/100 ml, pozo 3 con 99.75 NMP/100 ml, pozo 2 con 78.83 NMP/100 ml y pozo 1 con 61.58 NMP/100ml, siendo mayor en la pileta 2 con una desviación estándar de ± 39.08 y en cuanto a pozos fue mayor en el pozo 3 con una desviación estándar de ± 19.24 . Con estos resultados podemos afirmar que la presencia de coliformes totales nos indica que existe una contaminación fecal del agua.

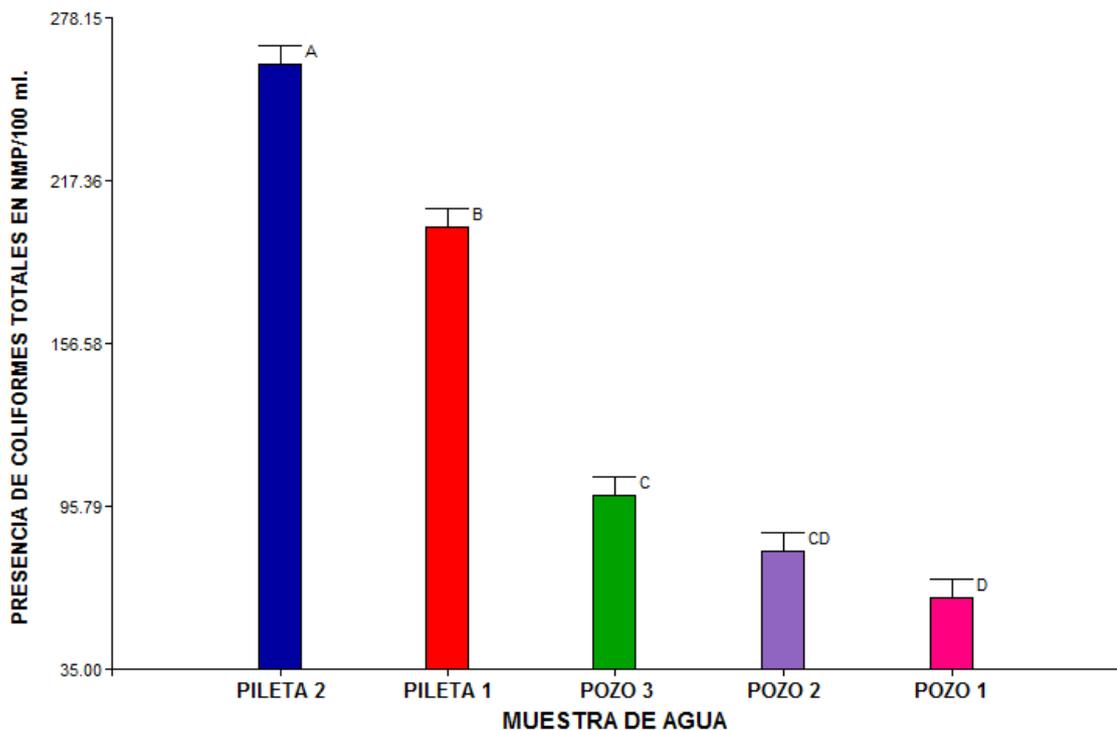


Figura 8. Recuentos de coliformes totales NMP/100 ml en aguas de piletas y pozos según la prueba de Tukey.

Los resultados obtenidos del presente estudio fue mayor en la pileta 2 con un valor promedio de 260.83 NMP/100 ml y en cuanto a pozos fue mayor en el pozo 3 con el valor promedio de 99.75 NMP/100 ml. Similares a lo reportado por Quispe (2017), en donde indica los valores promedio de coliformes totales, siendo mayor en el manantial de Qayqu y menor en el manantial de Chiartita, así como también Herrera & Quispe (2019), mencionan que la zona de captación de la pileta presenta 79 NMP/100 ml de coliformes totales, debido a que no se encuentra en condiciones favorables; además en la zona de sedimentación se encontró 49 NMP/100 ml de contaminación por coliformes totales, se observó que no cuentan con una limpieza y desinfección adecuada. La zona de reservorio con 27 NMP/100 ml de contaminación por coliformes totales los cuales no tienen una tapa fija y se encuentran expuestas al aire libre dando lugar al ingreso de polvo y basura;



el pozo de abastecimiento para las viviendas con 49NMP/100 ml de contaminación de coliformes totales, este reservorio se encuentra a una altura promedio, pero no cuenta con una tapa que cubra que las personas no introduzcan material de contaminación. Mientras que Flores (2017), en su investigación menciona que en los tres distritos estudiados no se encontró presencia de coliformes totales, eso indica que la aplicación de cloro en el agua fue efectiva y evitó las toxiinfecciones alimentarias.

Coaquira (2018), reporta la presencia de coliformes en el reservorio de pozo con un valor mayor de 303.33 NMP/100 ml y el menor valor en la red domiciliaria con 8.33 NMP/100 ml, esta fuente de aguas potables en Cabanilla y Cohallaca está expuesta en la intemperie, así mismo Achila & Sanchez (2017), el valor promedio que determino fue de 20.000 NMP/100 ml coliformes totales indicando un grado de contaminación microbiológica relativamente alto en las piletas porque esta fuente recibe agua de un reservorio que se encuentra destapada en la ciudad de Riosiuicio.

Finalmente las aguas de las piletas se encuentran fuera de los límites máximos que significa alta carga de coliformes totales, estas fuentes de agua para consumo humano se encuentran a la intemperie y no están recibiendo ningún tratamiento, así mismo los resultados obtenidos indicaron que existe presencia de residuos fecales que pueden ser provenientes del hombre, animales, vacunos y ovinos, así mismo existe la presencia de bolsas, botellas y pañales de bebés, lo cual significaría que no solamente hay presencia de coliformes, sino también hay presencia de mesófilos y patógenos.

Tablas 6. Coliformes fecales de aguas de pozos y piletas consumidas por la población de la Ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.

O.M	N°	REPETICIONES												P	DESV. ESTAN
		NMP/100ml													
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12		
PILET A 1	3	21	28	15	21	28	21	11	28	15	21	15	28	21	± 39.08
PILET A 2	3	35	28	35	28	35	28	35	28	28	35	28	28	30.92	± 25.75
POZO 1	3	9	9	4	7	9	4	9	7	4	9	7	4	6.83	± 14.46
POZO 2	3	11	9	8	7	11	7	9	11	7	9	11	7	8.92	± 13.24
POZO 3	3	15	9	8	15	11	15	9	11	15	9	11	15	11.92	± 19.24

Fuente: La investigadora

N°: Numero de muestreos

O.M: Origen de muestras

P: Promedio

En la tabla 6 se observa la presencia de coliformes fecales que se considera un indicador microbiano relacionados a la calidad de agua en piletas y pozos los cuales presentaron los siguientes valores promedio de coliformes fecales: pileta 2 con 30.92 NMP/100 ml, pileta 1 con 21.00 NMP/100 ml, pozo 3 con 11.92 NMP/100 ml, pozo 2 con 8.92 NMP/100 ml y pozo 1 con 6.83 NMP/100 ml, demostrándose que fue mayor en la pileta 2 y menor en el pozo 1. Siendo este reporte superior a los límites permisibles establecidos por el ministerio de Salud.

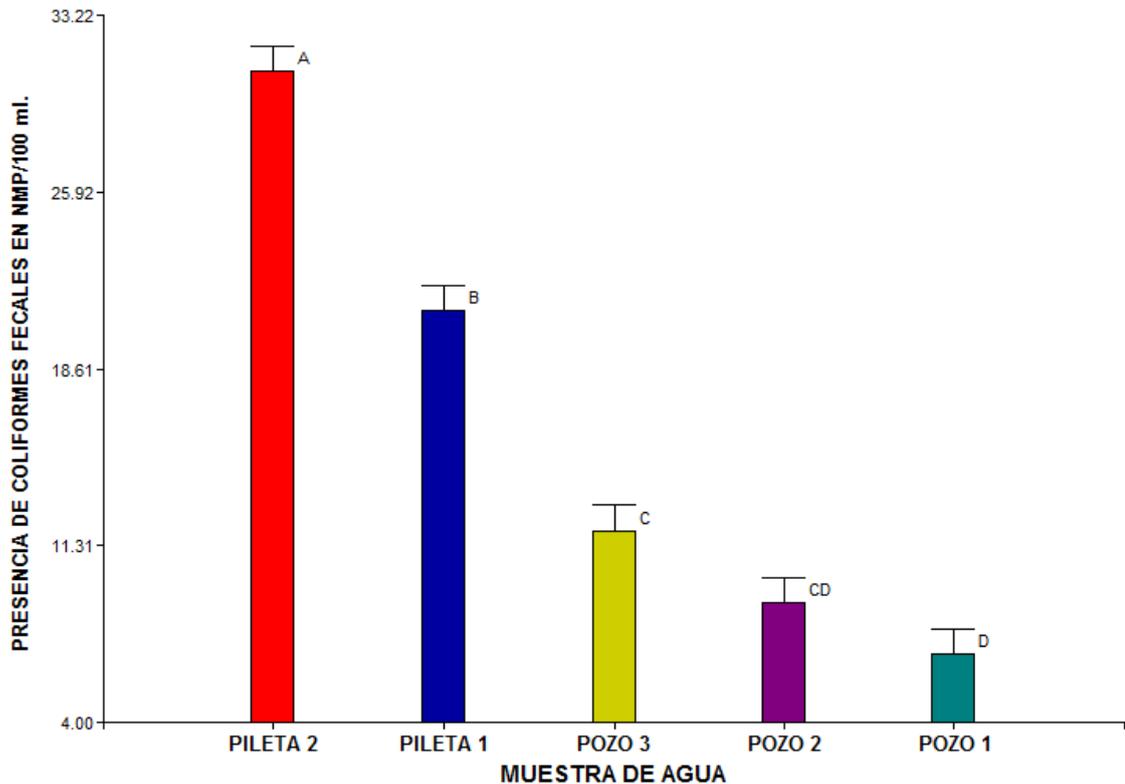


Figura 9. Recuentos de coliformes fecales NMP/100 ml en aguas de piletas y pozos según la prueba de Tukey.

Los resultados reportados fueron mayor en la pileta 2 con el valor promedio de 30.92 NMP/100 ml y en cuanto a pozos fue mayor en el pozo 3 con el valor promedio de 11.92 NMP/100 ml. Similares a lo reportado por Cazares & Alcántara (2014), que indica que los resultados de la prueba presuntiva y confirmativa presenta coliformes fecales con valor promedio de 345 NMP/100 ml para agua en pozos, esta fuente se encuentra contaminada por heces de animales domésticos en la ciudad Nezahualcóyotl. Por lo tanto, no reúne los estándares de calidad de agua potable. Así como también Cuesta (2016), reporta 17000 NMP/100 ml y 200 NMP/100 ml respectivamente, para coliformes fecales, siendo más altos en el río Sucio, donde se puede observar que está llena de basura a comparación en el río Atrato, siendo valores notablemente muy altos para lo permitido y se podría considerar como los causantes de las enfermedades estomacales. Mientras Pérez (2017), en su investigación reporta los resultados en el distrito de Huancayo en cuanto a coliformes fecales es de 0 NMP/100 ml en Tambo coliformes fecales de 0 NMP /100 ml



y Chilca Coliformes fecales de 0 NMP/100 ml, esto indica que son aptos para el consumo humano.

Así también Ascencio (2018), manifestó un resultado similar a nuestro estudio, indicando que los valores a coliformes fecales tiene su valor más alto (806 NMP/100 ml) correspondiente a la estación pileta 3 que está recibiendo agua no clorada y el valor más bajo (43 NMP/100 ml) correspondiente a la estación pileta 1 en puerto La Libertad, indicando que no son aptas para consumo humano. Quispe (2017), indica que no se encontró coliformes fecales en aguas de manantiales del distrito de Santa Rosa de Melgar.

Los resultados obtenidos de los análisis bacteriológicos de las muestras obtenidas de las diferentes aguas de piletas y pozos, se encuentran fuera de los límites permisibles lo cual demuestran la pésima calidad de aguas que consumen los pobladores de las Cajas reales de la Ciudad de Chucuito, cabe mencionar que estas fuentes se encuentran expuestas al ambiente sin tapas ni previsión alguna donde fácilmente puede ingresar cualquier objeto animado o inanimado contaminante, que traería consecuencias en la salud pública de los pobladores de Chucuito.

4.2. PRESENCIA DE PARÁSITOS DE AGUAS DE PILETAS Y POZOS DE LA CIUDAD DE LAS CAJAS REALES- CHUCUITO- PUNO.

Tablas 7. Parásitos encontrados en aguas de pozos y piletas de la ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.

Origen de las Muestras	N° de muestreos	Parásitos (Protozoarios)
Pileta 1	3	<i>Giardia lamblia</i>
		<i>Entamoeba coli</i>
Pileta 2	3	<i>Giardia lamblia</i>
		<i>Entamoeba coli</i>
Pozo 1	3	<i>Giardia lamblia</i>
		<i>Entamoeba coli</i>
Pozo 2	3	<i>Giardia lamblia</i>
		<i>Entamoeba coli</i>
Pozo 3	3	<i>Giardia lamblia</i>
		<i>Entamoeba coli</i>

Fuente: La investigadora

En la tabla 7 se observa que en la pileta 1 existe la presencia de *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* respectivamente, en la pileta 2; *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* respectivamente, en el pozo 1; *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* respectivamente, en el pozo 2 *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* y por último el pozo 3 , *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* , lo que se traduce como riesgo para la salud para los pobladores de la ciudad de Chucuito.

Según al MINAM indica que no debe haber ninguna presencia parasitaria (Anexo 11), en nuestro caso se determinó la presencia de parásitos protozoarios como son *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli*; lo cual nos indica que estas aguas no son aptas para



el consumo humano; como también manifiesta (Gallego & Heredia, 2014) que indica la presencia de parásitos intestinales como son *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli*, estuvieron presentes en el agua de piletas que se encuentran en la intemperie en la ciudad de Trujillo.

Pérez & Cordon (2018), menciona 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. Mientras Huamuro (2020), manifiesta que con menor frecuencia se encontró *Blastocystis sp.* (3/10) y *Entamoeba coli* (2/10) en aguas de piletas provenientes de un reservorio de la ciudad de Trujillo.

Por todo lo analizado concluyo que las aguas de las piletas están contaminadas con *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* debido a que estas fuentes son reservorios que no están recibiendo un mantenimiento adecuado, limpieza ni cloración.

En cuanto a aguas de pozos presentan *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli*, estas fuentes de agua se encuentran a la interperie del medio ambiente como también se observa la presencia de heces de animales vacunos, bolsas, botellas hasta pañales de bebes, los cuales son contaminantes que no deberían estar en agua de consumo humano. El hallazgo de estos parásitos en las muestras procesadas son agentes de infecciones parasitarias, así mismo esta contaminación se debe a la falta de control y vigilancia en la ciudad de Chucuito existiendo un alto contenido de la materia orgánica lo que provee una cantidad suficiente de nutrientes sumado a la exposición y la temperatura porque estos pozos están expuestos al ambiente.



V. CONCLUSIONES

En las aguas de consumo humano de pozos y piletas de la ciudad de las Cajas Reales - Chucuito se determinó coliformes totales en la pileta 1 fue 200NMP/100ml; pileta 2 :260.83 NMP/100 ml y en el pozo 1 : 63.27 NMP/100 ml ; pozo 2: 78.83 NMP/100ml ; pozo 3 :99.75NMP/100ml ; para coliformes fecales se determinó en la pileta 1 : 21.00 NMP/100 ml pileta 2 : 30.92NMP/100ml ; pozo 1 ; 6.83 NMP/100 ml ,Pozo 2 :8.91NMP/100ml ;pozo 3: 11.92 NMP/100ml; los valores determinados sobrepasan los límites permisibles según los parámetros del MINAM .

Se determinó la presencia de parásitos (protozoarios) como son: *Giardia lamblia* y *Entamoeba coli* los cuales demuestran que estas aguas están contaminadas por parásitos y no son aptas para consumo, siendo un riesgo para la salud de los pobladores de la ciudad de Chucuito.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al municipio de la ciudad de Chucuito realizar un tratamiento de cloración, mantenimiento del reservorio y tuberías que hacen la conexión del sistema de agua potable (red matriz) cada tres meses según reglamento.
- A los investigadores; se recomienda realizar estudios sobre carga parasitaria en lugares donde el agua de consumo humano no tiene tratamiento.
- Se recomienda al puesto de salud de la ciudad de Chucuito realizar charlas de prevención en educación sanitaria sobre el lavado de manos y aseo; recomendar a los pobladores hervir el agua antes de consumirla, lavar los alimentos antes de consumirla.



VII. REFERENCIAS

- Digesa. 031-2010-SA, D. N. (2010). In Reglamento De Calidad Del Agua Para Consumo Humano (Vol. 53, Issue 9, pp. 1689–1699).
- Alberto, M., & Peña, V. (2013). Calidad microbiologica del agua obtenida por condensacion de la atmosfera. 29(2), 167–175.
- Almannoni. (2010). Manifestaciones cutáneas de la giardiasis. Un problema de salud sobredimensionado. Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí.”
- Asencio. (2018). Análisis microbiológicos (coliformes totales y fecales), en aguas residuales generadas en puerto libertad que descargan en el estero libertad microbiologic. 2.
- Bandola, & Limón. (2011). *Revista de la Universidad Veracruzana*. 1–60. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46427/QuirozCortesMCarmen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bárbara, & Navarro. (2011). Amebas intestinales no patógenas: una visión clinicoanalítica. *Enfermedades Infecciosas Y Microbiologia Clinica*, 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)
- Barrero, L. (2009). *Microbiología Clínica*. Universidad Europea de Madrid. <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490773185.pdf>
- Beato, & Caballero. (1999). Giardia lamblia. *Revista Cubana de Pediatría*, 25(2), 88–99. https://doi.org/10.5005/jp/books/12721_48
- Britan. (2015). Lisina Hierro Agar. Laboratorios Britania, 1–2. http://www.britanialab.com/productos/B02106_REV_01-LISINA_HIERRO_AGAR.pdf
- Brooke, M., & Healy, G. (1993). Protozoarios intestinales comunes en humanos. *Department of Health and Human Services*, 3(2), 5–32.
- Cáceres. (2018). Uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano. 139. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3229>
- Cajas. (2019). Universidad de Huánuco.
- Calero, M. (2016). Filtración Para Membrana Y Ósmosis Inversa. Universidad de Alicante, 1–5.
- Catarina. (2004). Giardia lamblia o intestinalis. 8, 79–89. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lqf/hinojosa_s_le/capitulo8.pdf
- Cázares, & Alcántara. (2014). Analisis Microbiológico De La Calidad Del Agua De



- Ciudad Nezahualcóytl, Acorde a La Norma Oficial Mexicana Nom-127-Ssa1-1994. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación Y Educación, 1, 1–30.
- CDB. (2010). Agua potable, diversidad biológica y desarrollo: Guía de buenas prácticas. In Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-web-es.pdf>
- Chambilla. (2015). Universidad Nacional del Altiplano de Puno Universidad Nacional del Altiplano de Puno. 51, 144.
- Coaquira. (2018). Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de cabanillas, provincia San Roman, departamento de Puno.
- Condori, C., & Guillen, E. (2018). “Contaminación De Las Aguas Termales De La Piscina Con Coliformes Fecales Y Totales En Salud Pública El Barrio San Cristobal, Huancavelica-2016.”
- Contreras, K., Contreras, J., Corti, M., De Sousa, J., Durán, M., & Escalante, M. (2008). El agua: Un recurso para preservar. Univeridad de Los Andes Facultad de Medicina Escuela de Medicina, 27. <http://www.eventos.ula.ve/ciudadesostenible/documentos/pdf/agua.pdf>
- De Fuentes, I., & 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)
- Diaz, & Fernandez. (1996). Giardiasis: Una Breve Revision. Perspectivas Diagnosticas En El Laboratorio Clinico. Anales Espanoles de Pediatria, 44(2), 87–91.
- Elisa, F. (2012). Protozoarios Intestinales De Patogenicidad Discutida. 29.
- Gallego, & 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.
- 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>
- Henoa, & Toro. (1916). Parasitismo intestinal. Revista Clínica, I, 57–71.
- Hérrnandez, C. (2016). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 millas de Matina, Limón. 130. <http://hdl.handle.net/11056/13212>



- Hernández, & Poot. (2018). Coliformes Totales en Malecón Turístico Coliformes Totales en Malecón Turístico. *Conciencia Tecnológica*, 55, 14–18.
- Huamuro, E., Rivera, C., Torres García, L. A., & Carbajal, L. (2020). 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>
- Ignacio, J., & Orso, D. (2016). *Microbiología y Parasitología clínica*, Huanuco
- Jesús, M., & Soriano, A. (1995). *Giardia Y Giardosis*. 1–9.
- Lauren. (2012). *Microorganismos : Análisis Microbiológico Del Agua Y De Otras Diversas Muestras . 2*, 1–15.
- Loonets, G. P. (2016). Las amebas (Figura 1) son organismos unicelulares móviles mediante pseudópodos (protuberancias no permanentes que emergen del cuerpo y le permiten moverse y alimentarse), pertenecientes al reino - Unkn.pdf. Figura 1.
- López. (2014). *Universidad técnica de ambato facultad de ciencias de la salud carrera de enfermería. 2*.
- Lujan, H. D. (2006). *Giardia y giardiasis. Medicina Humana y Parasitología*, 66(1), 70–74. Lima .Peru
- Lurigancho. (2013). *Manual de Parasitología Clínica (p. 29).de la ciudad de Huancayo . Peru*
- Marchand. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana*.
- Marit, & Gandía. (2012). Consumo de frutas, verduras y hortalizas en un grupo de niños valencianos de edad escolar. *Nutricion Clinica Y Dietetica Hospitalaria*, 32(3), 64–71.
- Metileno, A. De. (2007). E . M . B . Agar (con Eosina y. 2–3. *Manual de preparacion, tecnica, composicion y Fundamento*
- MINAM. (2017). *Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. El Peruano*, 6–9. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Mindry. (2006). *Verde Brillante Bilis 2 % Caldo.Manual de preparacion, tecnica, composicion y Fundamento*
- Minen, T. (2019). *Caldo Lactosado El Caldo Lactosado se incluye en muchos métodos*



- estándar para analizar alimentos , productos lácteos y otros materiales para enterobacterias y otros Test microbiológico. 5–6.
- 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.
- Perez. (2017). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo , 358.
- Pullés, R., & Pullés, M. R. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba.
- 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>
- Reñe, P. (2015) Agua potable estudio de la situación actual en la ciudad de Rosario, en la República de Argentina, Buenos Aires
- Ríos. (2019). Calidad del Agua en las Américas Riesgos y Oportunidades (Issue February).
- Ríos, & 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>
- Rivera, S. (2016). Determinación de parámetros físicos , Iquitos – Perú. 94.
- Rodríguez, S., Gauna, L., Martínez, G., & Acevedo, H. (2012). Relación Del Nitrato Sobre La Contaminación Bacteriana Del Agua. *Terra Latinoamericana*, 30(2), 111–119.
- Sánchez, & 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)
- Tevez. (2009). Giardiasis. Enteritis por giardia, lamblisis, fiebre de castor. The Center for Food Security and Public Health, 1–4.
<http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/giardiasis-es.pdf>
- Torres. (2019). Calidad de las aguas de consumo humano en los repartos Coloradas nuevas, Caribe, Atlántico y Miraflores del municipio Moa.
- UNAM. (2018). Estudio sobre la protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos. Comisión Nacional de Los Derechos Humanos (CNDH),



313.

http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/estudio_rios_lagos_acuiferos.pdf

Valentin. (2006). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín , Maracaibo. 2006, 339–349.

Vázquez, S., Selva, O., & Legnani, M. (2002). Enterobacteriaceae: Citrobacter, Enterobacter, Escherichia y Klebsiella. Fao.

Vazquez Campos. (2009). Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34211305006>. Revista Del Centro de Investigación Universidad La Salle, 8(31), 75–81.

Vera, P. (2019). Facultad de ciencias químicas y de la salud carrera de ciencias médicas. Repositorio Universidad Técnica de Machala, 1–31.
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14733%0Ahttp://186.3.32.121/bitstream/48000/13770/1/Belduma Belduma Viviana Elizabeth.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14733%0Ahttp://186.3.32.121/bitstream/48000/13770/1/Belduma%20Belduma%20Viviana%20Elizabeth.pdf)

Webster, G. D. (2015). Bibliography II. Bibliography and Index of Paleozoic Crinoids and Coronate Echinoderms 1981—1985, 20–25. <https://doi.org/10.1130/micro18-p20>

ANEXOS

Anexo 1 Tablas estadísticas

Tablas 8. Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 3 tubos
combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan: 3 tubos con porciones de 10 cm³, 3 con porciones de 1 cm³ y 3 con porciones de 0.1 cm³.

No. de tubos con reacciones positivas.			Índice del NMP Por 100 cm ²	Límite confiable de 95%	
3 tubos con 10 cm ³	3 tubos con 1 cm ³	3 tubos con 0.1 cm ³		Inferior	Superior
0	0	0	< 3		
0	0	1	3	< 0.5	9
0	1	0	3	< 0.5	13
1	0	0	4	< 0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	150
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	380
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800
3	3	3	≥ 2400		

Tomado de NOM-AA-42-1987

Tablas 9. Prueba T para una media de recuentos de coliformes
Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 0

Variable	n	Media	DE	LI(95)	LS(95)	T	p(Bilateral)
PILETA 1	12	21.00	6.06	17.15	24.85	12.00	<0.0001
PILETA 2	12	30.92	3.60	28.63	33.21	29.71	<0.0001
POZO 1	12	6.83	2.25	5.40	8.26	10.52	<0.0001
POZO 2	12	8.92	1.73	7.82	10.02	17.86	<0.0001
POZO 3	12	11.92	2.87	10.09	13.74	14.36	<0.0001

Tablas 10. Análisis de la varianza para la variable de coliformes totales



Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLIFORMES TOTALES	60	0.92	0.91	17.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	356533.10	4	89133.28	151.36	<0.0001
MUESTRA DE AGUA	356533.10	4	89133.28	151.36	<0.0001
Error	32388.50	55	588.88		
Total	388921.60	59			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=27.94075

Error: 588.8818 gl: 55

MUESTRA DE AGUA	Medias	n	E.E.
PILETA 2	260.83	12	7.01 A
PILETA 1	200.00	12	7.01 B
POZO 3	99.75	12	7.01 C
POZO 2	78.83	12	7.01 C D
POZO 1	61.58	12	7.01 D

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLIFORMES FECALES	60	0.87	0.86	22.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4780.17	4	1195.04	90.48	<0.0001
MUESTRA DE AGUA	4780.17	4	1195.04	90.48	<0.0001
Error	726.42	55	13.21		
Total	5506.58	59			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.18442

Error: 13.2076 gl: 55

MUESTRA DE AGUA	Medias	n	E.E.
PILETA 2	30.92	12	1.05 A
PILETA 1	21.00	12	1.05 B
POZO 3	11.92	12	1.05 C
POZO 2	8.92	12	1.05 C D
POZO 1	6.83	12	1.05 D

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

Anexo 2. Límites permisibles calidad microbiológica y parasitológica

Tablas 11. Parámetros microbiológicos, coliformes totales y fecales en agua potable y límites permisibles de resultados microbiológicos y parasitológicos (MINAM, 2017).

AGUA POTABLE				
Parámetros microbiológicos		Límite máximo permisible		
Bacterias heterótrofas		500 ufc/ml		
Coliformes totales		0NMP/ml		
Coliformes fecales (<i>E. coli</i>)		0NMP/ml		

AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE				
		A1	A2	A3
PARÁMETROS	UND	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento Convencional	aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Coliformes Totales	NMP/100ml	50	“	“
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	2000	20 000
Formas Parasitarias	N° organismo/L	0	“	“
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	0	“	“
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos)	N° Organismo/L	0	$< 5 \times 10^6$	$< 5 \times 10^6$

Fuente: D.S. N° 015-2017-MINAM.



Tablas 12. Bacterias indicadoras de calidad de agua en aguas de pozos y piletas.

BACTERIAS INDICADORES DE	CALIDAD DE AGUA
Coliformes totales	Coliformes Fecales
<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Enterobacter</i>	
<i>Citrobacter</i>	
<i>Klebsiella</i>	
<i>Serratia</i>	

Anexo 3. Medios de cultivos

Tablas 13. Composición y preparación de Caldo Lactosado

Extracto de carne	3.0
Peptona	5.0
Lactosa	5.0
Preparación: Pesar 2.34 g de medio de cultivo para 150 ml de agua estéril, autoclavar a 121°C durante 15 minutos.	

Tablas 14. Composición y preparación de Caldo Verde Brillante

Bilis de buey deshidratada	20.0
Lactosa	10.0
Peptona	10.0
Verde brillante	0.0133
Preparación: Pesar 7.2 g del medio de cultivo para 150 ml de agua estéril, después se colocó en la autoclave los tubos y el cultivo de agar bilis verde brillante por una 1 hora, pasado este tiempo se procederá a retirar los tubos para su rotulado.	



Tablas 15. Composición y preparación de Agar Eosina Azul de Metileno

Peptona	10.0
Lactosa	5.0
Sacarosa	5.0
Fosfato dipotasico	2.0
Eosina	0.4
Azul de metileno	0.065
Agar	13.5
Preparación: Se pesa 1.8 gr en 150 ml de agua destilada, seguidamente se llevó al autoclave por 15 minutos a 121°C.	

Tablas 16. Composición y preparación de Agar Lisina Hierro

Peptona de gelatina	5.0
Extracto de levadura	3.0
Glucosa	1.0
Lisina	10.0
Citrato de Hierro y Amonio	0.5
Tiosulfato de sodio	0.04
Púrpura de Bromocresol	0.02
Agar	15.0
Preparación: Se pesa 3.2 gr en 150 ml de agua destilada	

Figura 10. Toma de muestra de piletas en la ciudad de las Cajas Reales-Chucuito.

Punto de muestra 1



Punto de muestreo pileta 2



Figura 11. Toma de muestras en los pozos de la ciudad de la Cajas Reales-Chucuito.

a) Punto de muestra de pozo 1



b) Punto de muestra pozo 2



c) Punto de muestra de pozo 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGIA



CONSTANCIA

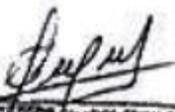
EL QUE SUSCRIBE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA PARASITOLÓGICA
Y DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA.

HACE CONSTAR:

Que, el bachiller DIANNE KATHERIN COILA CUADROS, egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología Programa de Microbiología y Laboratorio Clínico de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, con código de matrícula N° 145485 DNI 70828953 ha ejecutado su proyecto de investigación titulado "CALIDAD BACTERIOLOGICA Y PARASITOLOGICA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE POZOS Y PILETAS DEL DISTRITO DE CHUCUITO – PUNO" en el laboratorio de Microbiología y Parasitología de la escuela profesional de medicina humana, en los meses de abril, mayo y junio 2021

Se emite la presenta constancia a solicitud del interesado para fines que el interesado considere conveniente.

Puno 20 de julio de 2021


BALBUENA JORDAN PALACIOS FRISANCO
C.B.P. N° 2125
BIOLOGO