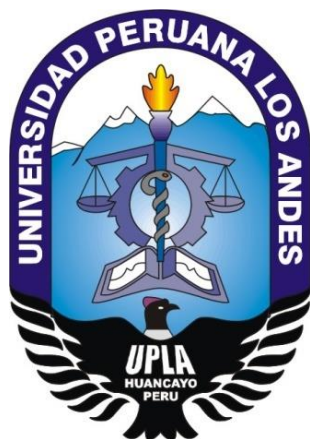


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



INFORME FINAL DE TESIS

Título : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA POTABLE DEL RESERVORIO DE UMUTO, EL TAMBO - 2018

Para Optar el : Título profesional de Químico Farmacéutico

Autora : Bachiller Esther Vanessa Fernández Cervantes

Asesor : QF. Lazo Beltrán Néstor Rolando

Área de : Ciencias Médicas y de Salud

investigación

Línea de : Análisis bromatológico, clínicos, microbiológicos

investigación y parasitológicos

Fecha de inicio y : 8° de noviembre del 2018 al 07 de noviembre del

culminación dela 2019

investigación

Huancayo – Perú 2019

ASESOR
QF. LAZO BELTRAN NESTOR ROLANDO

DEDICATORIA

A Dios porque me dio el don de la perseverancia para alcanzar mis metas.

A mis padres María y Víctor por su apoyo incondicional en el desarrollo de mis estudios.

A mis hermanos por sus consejos, sus valores que me han permitido ser una persona de bien.

A mi pareja por su dedicación y apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por el apoyo incondicional de seguir y lograr mis objetivos trazados para un futuro mejor y ser orgullo para ellos.

A los docentes de la Universidad Peruana Los Andes, que forjaron en mis los deseos de superación con sus buenas enseñanzas, porque cada uno de ellos ha motivado nuestros sueños y esperanzas en consolidar un mundo más humano y con justicia.

A los trabajadores del reservorio de Umuto por brindarme todas las facilidades para el desarrollo de la investigación.

INTRODUCCIÓN

El agua para consumo humano se ha convertido en los últimos años en uno de los principales activos con los que cuenta una región, pues ello determina certeramente su capacidad de albergar a la población, además de cubrir una de las necesidades básicas de la humanidad. Ante la demanda cada vez más creciente de este insustituible recurso, se han ideado numerosas estrategias orientadas a garantizar su accesibilidad, pues muchas veces las condiciones geográficas, ambientales o económicas impiden que se pueda abastecer a toda la población que la requiera.

Frente a ello, la presente investigación realizó el análisis microbiológico del agua potable del Reservorio de Umuto , ubicado en el distrito de El Tambo (provincia de Huancayo, departamento de Junín), para lo cual se empleó el método analítico, siendo un estudio de tipo básico, prospectivo, transversal; de nivel descriptivo y aplicó un diseño no experimental (descriptivo transversal), cuya población estuvo conformada por toda el agua del reservorio en mención almacenada entre noviembre y diciembre del año 2018; analizándose 36 muestras procedentes del reservorio y también de domicilios, obtenidas mediante muestreo probabilístico.

Se emplearon métodos y técnicas microbiológicas para aislar, identificar y cuantificar bacterias indicadoras de contaminación del agua según la normativa vigente establecida por el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud (DIGESA) mediante el D.S N°031-2010 SA. Se empleó una Ficha de recolección de datos para registrar la información de los análisis microbiológicos tales como enumeración de bacterias heterotróficas y *Escherichia coli* según el método de recuento en placa y la técnica de incorporación; así como la cuantificación de coliformes totales y fecales a través del método de recuento en tubo según la técnica del Número más probable; cuyos resultados expresados como UFC/mL o UFC/100mL, respectivamente, fueron

comparados con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DIGESA, MINSA, 2010).

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	ii-iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Delimitación del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Justificación	
1.4.1 Social	3
1.4.2 Teórica	3
1.4.3 Metodológica	3
1.5 Objetivos	
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
a. Antecedentes de estudio	5
b. Bases teóricas	7
c. Marco conceptual	11
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	
a. Hipótesis	14
b. Variables	14
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
a. Método de investigación	15

b. Tipo de investigación	15
c. Nivel de investigación	15
d. Diseño de la investigación	15
e. Población y muestra	15
f. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
g. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	17
CAPÍTULO V: RESULTADOS	
4.1 Descripción de resultados	18
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	
Nº1. Matriz de consistencia	40
Nº2. Matriz de operacionalización de variables	41
Nº3. Instrumento de recolección de datos	42
Nº4. Esquema de trabajo para análisis microbiológico del agua de reservorio	43
Nº5. Galería fotográfica de la preparación de los medios de cultivo	44
Nº5. Galería fotográfica de la colección de muestras del agua del reservorio	45
Nº6. Galería fotográfica de la lectura de placas y tubos	46

CONTENIDO DE TABLAS

		Página
Tabla N°1.	Parámetros bacteriológicos de calidad para agua potable	11
Tabla N°2.	Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable del reservorio de Umuto – El Tambo, noviembre 2018	19
Tabla N°3.	Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable del reservorio de Umuto – El Tambo, diciembre 2018	20
Tabla N°4.	Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable de los domicilios de Umuto – El Tambo, noviembre 2018	21
Tabla N°5.	Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable de los domicilios de Umuto – El Tambo, diciembre 2018	22
Tabla N°6.	Contaminación microbiana del agua potable del reservorio de Umuto – El Tambo, noviembre y diciembre 2018	23
Tabla N°7.	Contaminación microbiana del agua potable de los domicilios de Umuto – El Tambo, noviembre y diciembre 2018	24

CONTENIDO DE FIGURAS

	Página
Figura N°1. Variación del recuento de bacterias heterotróficas en el reservorio y domicilios de Umuto – El Tambo durante el periodo de estudio	25
Figura N°2. Variación del recuento de coliformes totales en el reservorio y domicilios de Umuto – El Tambo durante el periodo de estudio	26

RESUMEN

Los pobladores de los Anexos de Umuto y Aza utilizan agua proporcionada por el Reservorio conducido por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), la cual muchas veces no emplea adecuadas prácticas de mantenimiento, limpieza y desinfección del agua almacenada. Por ello, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la contaminación microbiológica del agua del Reservorio de Umuto - El Tambo, entre noviembre y diciembre del año 2018. Fue un estudio de tipo básico, prospectivo, transversal y de nivel descriptivo, que aplicó un diseño no experimental (descriptivo transversal). Se colectaron aleatoriamente 18 muestras de agua almacenada en el reservorio y 18 de aquella procedente de domicilios, a razón de una por semana durante seis semanas, cada una conformada por 3 sub-muestras (2:00 pm, 8:00 pm y 6:00 am) las cuales fueron sometidas a recuento de bacterias heterotróficas, de *Escherichia coli*, colimetría total y colimetría fecal. Finalizada la investigación se demostró que hubo mayor contaminación por bacterias heterotróficas en el agua de domicilios (1420 UFC/mL en noviembre y 1386,7 UFC/mL en diciembre), así como coliformes totales (35,3 UFC/100 mL en noviembre y 53,7 UFC/100 mL en diciembre). No se detectó presencia de *E. coli* fecal en ninguna muestra. Tras la comparación con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DS N°031-2010-SA) se determinó que ninguna de las muestras analizadas cumplía con los límites permisibles, siendo por tanto no aptas para consumo humano.

Palabras clave: Agua potable, reservorio, bacterias heterotróficas, colimetría.

ABSTRACT

The residents of the Annexes of Umuto and Aza use water provided by the Reservoir conducted by the Administrative Board of Sanitation Services (JASS), which often does not use adequate maintenance, cleaning and disinfection of stored water. Therefore, this research aimed to evaluate the microbiological contamination of the water in the Reservoir from Umuto - El Tambo, between November and December 2018. It was a basic, prospective, transversal and descriptive level study, which applied a non-design experimental (transversal descriptive). We randomly collected 18 samples of water stored in the reservoir and 18 samples from the home, at a rate of one per week for six weeks, each consisting of 3 sub-samples (2:00 pm, 8:00 pm and 6: 00 am) which were subjected to a count of heterotrophic bacteria, *Escherichia coli*, total colimetry and fecal colimetry. After the investigation, it was shown that there was greater contamination by heterotrophic bacteria in household water (1420 CFU/mL in November and 1386.7 CFU/mL in December), as well as total coliforms (35.3 CFU/100 mL in November and 53.7 CFU/100 mL in December). No presence of fecal *E. coli* was detected in any sample. After comparison with the criteria of the Water Quality Regulation for human consumption (DS N°031-2010-SA), it was determined that none of the analyzed samples complied with the permissible limits, being therefore unfit for human consumption.

Keywords: Drinking water, reservoir, heterotrophic bacteria, colimetry.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El crecimiento poblacional de Umuto, ubicado en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, genera una demanda bastante significativa de agua potable; ante lo cual las empresas encargadas del acopio, potabilización y distribución del agua, han optado por diseñar la construcción de estaciones de bombeo y trabajar bajo condiciones conocidas como JASS (Junta Administradora de Servicios de Saneamiento), encargadas de la distribución del agua hacia las comunidades aledañas a través del empleo de reservorios muchas veces expuestos a diversos tipos de contaminantes ambientales, que indudablemente comprometen su infraestructura, afectan los sistemas de abastecimiento y no ofrecen garantías de inocuidad del servicio brindado, incrementando los riesgos en la salud de los consumidores inmediatos.

Teniendo en consideración que la principal fuente de abastecimiento de agua de la Provincia de Huancayo es el río Shullcas, cuya conducción hacia los reservorios se realiza a través de canales abiertos, surge la inquietud por determinar las condiciones y características de contaminación a la que se exponen los usuarios, pues muchas veces debido a desconocimiento por parte de la población consumidora no se realiza su desinfección y esta se almacena en los domicilios bajo condiciones inadecuadas.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El Anexo de Umuto, conjuntamente con el de Aza se ven beneficiados con el abastecimiento de agua proporcionado por el Reservorio conducido por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), la cual muchas veces no aplica correctos procedimientos de mantenimiento, limpieza y cloración al agua almacenada.

Frente a ello, esta investigación se desarrolló entre los meses de noviembre y diciembre del año 2018, quedando limitada al análisis microbiológico del agua del Reservorio de Umuto ubicado en el distrito de El Tambo (Huancayo, Junín), a través de pruebas microbiológicas como recuento de bacterias heterotróficas, *Escherichia coli* y coliformes (totales y fecales).

Para llevar a cabo el presente estudio se colectaron muestras del reservorio y domicilios de los usuarios, a fin de establecer comparaciones y determinar el punto donde la contaminación resulta más elevada. En tal sentido, las inferencias derivadas a partir de los resultados obtenidos en este trabajo sólo son válidas para el tipo de muestra y características evaluadas; pero servirán para identificar los aspectos relacionados con la contaminación tanto a nivel del reservorio así como en las viviendas de la población aledaña.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe contaminación microbiológica en el agua del Reservorio de Umuto - El Tambo, entre noviembre y diciembre del año 2018?

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Social

Con el desarrollo de este trabajo se pudo determinar el tipo y nivel de microbios contaminantes presentes en el agua del Reservorio de Umuto, así como de los domicilios analizados, lo cual permitirá diseñar y aplicar acciones concretas orientadas a la desinfección y adecuada conservación del agua; beneficiándose de esta manera aquellos usuarios de este líquido vital, pues se evitarán enfermedades relacionadas con la contaminación microbiana del agua.

1.4.2 Teórica

Esta investigación proporciona información acerca de las características microbiológicas que presenta el agua del Reservorio de Umuto (El Tambo), con lo cual se pueden establecer los factores que determinaron su contaminación; los mismos que servirán de base para proponer estrategias de desinfección y conservación que aseguren la inocuidad del suministro a la población. Así mismo, los resultados obtenidos permiten enriquecer y actualiza los conocimientos científicos sobre las condiciones en que se acopia y distribuye el agua en este tipo de reservorios, en relación con las posibles consecuencias y riesgos microbiológicos que conlleva el consumo de agua contaminada.

1.4.3 Metodológica

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron procedimientos oficiales para el análisis microbiológico del agua potable, tales como el método de recuento en placa según la técnica de incorporación para la enumeración de bacterias heterotróficas; así como el método de recuento en tubo mediante la técnica del número más probable para cuantificación de coliformes totales y fecales; cuyos resultados fueron comparados con los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano vigente en nuestro país (DS N°031-2010-SA).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la contaminación microbiológica del agua del Reservorio de Umuto - El Tambo, entre noviembre y diciembre del año 2018.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar el agua del reservorio y domicilios de Umuto – El Tambo mediante recuento de bacterias heterotróficas, de *Escherichia coli* y coliformes (totales y fecales).

- Establecer comparaciones con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DS N°031-2010-SA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

a. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Fuentes A. y col. (2007),¹ evaluaron la calidad microbiológica del agua para consumo humano en tres comunidades rurales (Sonora, México), encontrando coliformes fecales en el 99% de las muestras; concluyendo que las fuentes de contaminación son de origen fecal.

Reascos B. y Yar B. (2010),² determinaron la calidad del agua para consumo humano en comunidades del Cantón Cotacachi (Ecuador); cuyos análisis demostraron que no se cumplía con las normas vigentes, debido a infraestructura inadecuada en los reservorios, presencia de animales en los alrededores, falta de limpieza y cloración en las redes de distribución domiciliaria o conexiones internas defectuosas.

Cutimbo C. (2012),³ evaluó la calidad microbiológica del agua subterránea para consumo humano en centros poblados del distrito de Tacna (Tacna, Perú), encontrando que 54% de muestras contaminadas; de las cuales el 54% presentó coliformes totales, 11% coliformes fecales y 2% de bacterias heterotróficas por encima de los límites establecidos.

Flores N. y Orellana J. (2012),⁴ determinaron la calidad microbiológica del agua del reservorio de Ocopilla (Huancayo), encontrando promedios de bacterias heterotróficas (15000 UFC/100mL), coliformes totales (7 NMP/mL) y coliformes fecales (4 NMP/mL) por encima de los límites permisibles; siendo por tanto no apta para el consumo humano.

Alvarado C. y Yaringaño E. (2013),⁵ evaluaron la calidad microbiológica del agua del reservorio del Anexo de Timarini bajo (Satipo), encontrando aerobios mesófilos en 62.5% de muestras que superaron los estándares permitidos; mientras que en 25% de muestras los coliformes totales y fecales sobrepasaron sus respectivos límites permisibles.; determinando por tanto que el 62,5% de muestras resultó no apta para consumo humano.

Sedano P. (2014),⁶ analizó muestras de agua provenientes de dos manantiales (Tantarnioc y Tupata, México), encontrando presencia de coliformes fecales; resultando no aptas para el consumo humano.

Chambi G. (2015),⁷ evaluó los coliformes y *Escherichia coli* en agua para consumo humano de Trapiche-Ananea (Puno, Perú), encontrando mayor contaminación en agua de piletas (70%), seguida de pozos (54%) y acequias (40%); pero los recuentos de coliformes y *E. coli* fueron superiores en el agua de pozos; cuya comparación con la NTS NRO 071 MINSA/DIGESA demostró que no eran aptas para consumo.

Olano M. y Valverde D. (2015),⁸ determinaron la calidad microbiológica del agua del reservorio Rosalía (Huanuquillo, Tarma); hallando bacterias heterotróficas por encima de los límites permitidos, cuya comparación con lo establecido en el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DIGESA/MINSA, 2010) demostró su calidad microbiológica inaceptable y por ende no apta para consumo.

Ramírez P. (2016),⁹ identificó las fuentes de contaminación del río Itaya (Iquitos, Perú), demostrando que las letrinas a cielo abierto y el lavado de ropa con detergente son los dos principales orígenes de contaminantes; haciéndolas no aptas para el consumo humano.

Amaya K. y Arellano N. (2017),¹⁰ analizaron la contaminación microbiana del agua del Reservorio de Uchurracra (Tarma, Perú), demostrando elevada presencia de bacterias heterotróficas, pero ausencia de coliformes.

b. BASES TEÓRICAS

A. Agua para consumo humano

1. Definición

Es aquella proveniente de fuentes naturales o haber sido sometida a tratamiento (potabilización), capaz de ser consumida sin afectar la salud, brindando por lo tanto garantía de inocuidad.¹¹

2. Características¹²

El agua para consumo humano debe reunir las siguientes características:

- a.** Ser limpia, sin color, olor y con sabor agradable.
- b.** Debe tener presencia de aire disuelto.
- c.** Solo debe haber trazas de materia orgánica disuelta, con ausencia de amoníaco.
- d.** Las sales totales disueltas no deben superar los 1,5 g/L.
- e.** Su dureza, expresada en carbonato de Calcio, no debe superar los 250 ppm.
- f.** Debe existir ausencia de nitritos y escasas cantidades de nitratos.

- g. Deber haber ausencia total de gérmenes patógenos.
- h. La presencia de cloro residual no debe exceder los 0,2 ppm en las aguas potables.

3. Principales fuentes de agua para consumo¹³

a. **De lluvia.-** Son el tipo de agua con mayor pureza en el ambiente natural, con escasa proporción de elementos en suspensión (sulfuros oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y cloruros).

b. **Superficiales.-** Se encuentran formando parte de ríos, estanques, lagunas, etc., que generalmente están contaminadas (desagües, basuras, materia orgánica e inorgánica), por lo que requieren tratamientos correctores (potabilización).⁽¹³⁾

c. **Subterráneas.-** Conformadas por el agua filtrada al subsuelo terrestre y que posteriormente sale con manantiales, puquios, pozos, etc. Presentan menores niveles de contaminantes microbianos, pero gran cantidad de sales, que les confieren un sabor desagradable.⁽¹³⁾

B. Potabilización del agua

1. Definición

Es el conjunto de procedimientos u operaciones unitarias encargadas de eliminar elementos indeseables (materia orgánica e inorgánica en suspensión), así como microbios patógenos presentes en el agua destinada para consumo humano (alimentación, higiene personal y uso doméstico en general).¹⁴

2. Características indeseables del agua para consumo¹⁵

Los diferentes tipos de agua, según su fuente, suelen presentar algunas condiciones que las hacen indeseables para ser consumidas directamente; razón por cual se exigen la aplicación de tratamientos correctores; entre ellas destacan las siguientes:

a. Características físicas.- Cualidad referida al sabor, olor, color y turbidez del agua suministrada, cuya condición se reflejará en su inacceptabilidad desde el punto de vista visual (estético); así como en las posibles alteraciones organolépticas de los alimentos manchas en ciertos objetos y prendas de vestir.⁽¹⁵⁾

b. Características químicas.- Relacionadas con la presencia y concentración de elementos y/o compuestos químicos (fenoles, arsénico, selenio, cromo, hierro, manganeso, flúor, cobre, zinc, sulfatos, calcio, yodo, nitratos, etc.) procedentes de fuentes naturales o industriales; los cuales pueden causar depósitos o corrosión en tuberías o recipientes, generar cambios en el sabor, color y olor; así como irritaciones digestivas en los consumidores.⁽¹⁵⁾

c. Características microbiológicas.- Se refieren a la presencia de gérmenes patógenos como consecuencia de la contaminación con materia orgánica, heces o animales descompuestos que entran en contacto con las diversas fuentes de agua debido muchas veces a su estrecha relación con la actividad humana.⁽¹⁵⁾

3. Sistemas comunes de potabilización¹⁶

a. Floculación.- Proceso mediante el cual se aglomeran las partículas desestabilizadas y forman flóculos de elevado peso molecular, cuya acumulación en conglomerados de mayor tamaño hace que sedimenten por acción gravitatoria rápidamente. Suele aplicarse para aguas bastante turbias.⁽¹⁶⁾

b. Sedimentación.- Consiste en dejar que la gravedad asiente partículas de gran tamaño, con lo cual se logra clarificación del agua. Este procedimiento se puede aplicar después de realizar coagulación-floculación en el caso de aguas muy turbias, o ser omitido cuando se trata de aguas con moderada turbidez. ⁽¹⁶⁾

c. Filtración.- Proceso por el cual se retiran elementos finos en suspensión luego de hacer pasar el agua, ya sedimentada, a través de sustancias porosas (filtros de arena de diferente grosor); logrando con ello una mayor clarificación del agua. ⁽¹⁶⁾

d. Desinfección.- Generalmente es la última etapa en la que se eliminan microbios en su mayoría patógenos, por medio del agregado de sustancias químicas (yodo, plata o cloro, ozono, etc.) o procedimientos físicos (rayos uv). Básicamente se considera una proceso de saneamiento, pues sólo disminuye la concentración de gérmenes hasta niveles permisibles. ⁽¹⁶⁾

C. Evaluación microbiológica del agua potable

1. Tipos de análisis realizados¹⁷

El agua para consumo humano, o aquella que es potable, debe caracterizarse por no contener virus, bacterias patógenas ni enteroparásitos, para lo cual se realizan pruebas como:

a. Análisis mínimo.- Cuantificación de bacterias coliformes (totales y fecales).⁽¹⁷⁾

b. Análisis normal.- Enumeración de coliformes (totales y fecales), aerobios mesófilos a 37°C, enterococos y clostridios sulfito-reductores. ⁽¹⁷⁾

c. **Análisis completo.**- Cuantificación de bacterias coliformes (totales y fecales), aerobios mesófilos a 22°C, enterococos, clostridios sulfito–reductores, diversos tipos de microbios patógenos y enteroparásitos.⁽¹⁷⁾

2. Estándares de calidad microbiológica para agua potable

Tabla N°1.

Parámetros bacteriológicos de calidad para agua potable

Ítem	Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1	Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
2	<i>Escherichia coli</i>	UFC/100mL a 44,5°C	0
3	Coliformes totales	UFC/100mL a 35°C	0
4	Coliformes fecales	UFC/100mL a 44,5°C	0

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N°031-2010-SA¹⁸

c. MARCO CONCEPTUAL¹⁹⁻²³

- **Bacteria Gram positiva**

Bacteria cuya pared es rica en péptidoglucano y retiene el colorante violeta de genciana (cristal violeta) en la tinción de Gram, gracias a la acción del fijador lugol; visualizándose de color lila.

- **Bacteria Gram negativa**

Bacteria cuya pared contiene gran cantidad de lípidos (LPS) y retiene el colorante safranina en la tinción de Gram, luego de haber sido decolorada por el alcohol-acetona; visualizándose de color rojo/rosado.¹⁹⁻²³

- **Cepa bacteriana**
Colonia aislada y desarrollada a partir de un microbio, la cual ha sido plenamente identificada a nivel morfológico, tintorial y bioquímico. ¹⁹⁻²³
- **Desinfectante**
Sustancia química que elimina microbios presentes en superficies inertes, sin afectar a las esporas bacterianas.
- **Limpieza**
Eliminación física y/o mecánica de elementos o suciedad visible acumulada en superficies inertes, logrando disminuir parcialmente la presencia de algunos tipos de microbios.
- **Riesgo biológico**
Probabilidad de contraer algún tipo de agente infeccioso patógeno tras el contacto con material o fluidos contaminados.
- **Enterobacterias**
Familia de bacilos Gram negativos que habitan el tracto digestivo (intestino) del hombre y animales, siendo evacuados por medio de las heces y por tanto considerados indicadores de contaminación fecal.
- **Coliformes**
Categoría de enterobacterias capaz de fermentar lactosa. Se distinguen dos subgrupos: Coliformes totales que fermentan lactosa a 37°C (Escherichia, Klebsiella, Citrobacter y enterobacter) y coliformes fecales que realizan dicha fermentación a 44°C (*E. coli*).

- **Enterococos**

Grupo de cocos Gram positivos que habitan el intestino del hombre, pudiendo existir especies indicadoras de contaminación fecal.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

a. HIPÓTESIS

No se considera por ser una investigación de nivel descriptivo.

b. VARIABLE

Contaminación microbiológica del agua potable

- **Definición conceptual.-** Presencia de agentes microbianos en concentraciones por encima de los límites permitidos según reglamentación vigente para aguas de consumo humano.

- **Definición operacional.-** Se consideran dos dimensiones: indicadores de calidad higiénica (heterotróficas) e indicadores de calidad higiénico-sanitaria (*Escherichia coli*, coliformes totales y fecales).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

a. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El estudio se basó en el empleo del método observacional.²⁴

b. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo básico, prospectivo y transversal.²⁵

c. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El trabajo se ubicó en el nivel descriptivo.²⁶

d. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio empleó un diseño descriptivo transversal.²⁷

e. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo conformada por toda el agua del Reservorio de Umuto (El Tambo, Huancayo), almacenada entre noviembre y diciembre del año 2018.²⁸

Se colectaron 36 muestras de agua procedente del reservorio y domicilios, para lo cual se aplicó un muestreo probabilístico, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

➤ **Criterios de inclusión**

Agua almacenada en el Reservorio de Umuto y domicilios aledaños, dentro del periodo de estudio.

➤ **Criterios de exclusión**

Agua procedente de estanques, lagunas y otras fuentes naturales, ubicadas en otros lugares geográficos o fuera del periodo de estudio.

f. Técnicas e instrumento de recolección de datos

➤ **Técnicas microbiológicas**

Se emplearon métodos y técnicas microbiológicas para aislar identificar y cuantificar bacterias indicadoras de contaminación del agua.²⁹

➤ **Instrumento de recolección de datos**

Los datos obtenidos para cada muestra analizada fueron registrados y ordenados en un Instrumento de recolección de datos (Anexo N°3).

➤ **Procedimientos de la investigación**

- **Obtención de muestras.-** Se colectaron aleatoriamente 18 muestras de agua almacenada en el reservorio y 18 de aquella procedente de domicilios, a razón de una por semana durante seis semanas, cada una de ellas conformada por 3 sub-muestras (2:00 pm, 8:00 pm y 6:00 am); para para lo cual se utilizaron envases de vidrio estériles, de boca ancha y color ámbar, con capacidad para 500 mL, los que llevaron etiquetas consignando datos como lugar, fecha y hora de recolección; que fueron trasladados al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud (UPLA) para sus correspondientes análisis.

- **Análisis microbiológicos.**- Fueron realizados por triplicado, para los siguientes indicadores:²⁸⁻³⁰
 - ✓ **Bacterias heterotróficas.**- Se empleó el método de recuento en placa según la técnica de incorporación, utilizando agar nutritivo (Merck®) con incubación en estufa a 35°C por 24 horas.
 - ✓ *Escherichia coli.*- Se utilizó el método de recuento en placa mediante la técnica de incorporación, empleando agar MacConkey (Merck®) con incubación en estufa a 44,5°C por 24 horas.
 - ✓ **Coliformes totales y fecales.**- Se aplicó el método de recuento en tubo según la técnica del Número más probable (NMP), utilizando Caldo Brila y campana Durham invertida, incubando en baño maría a 35°C durante 24 horas para coliformes totales y a 44,5°C por 24 horas para coliformes fecales. Posteriormente se verificó la presencia de turbidez y gas en los tubos, comparando con la Tabla del Número más probable.

La identificación se basó en las características macroscópicas, microscópicas y bioquímicas de las colonias típicas. El recuento se realizó utilizando una cámara contadora de colonias, cuyos resultados fueron expresados como UFC/mL (para bacterias heterotróficas) y UFC/100mL (para coliformes).

g. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los resultados de los recuentos fueron organizados en tablas de doble entrada, siendo procesados mediante estadísticos descriptivos (media aritmética y desviación estándar). Se compararon los datos obtenidos con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DIGESA, MINSA, 2010). Todos los datos fueron procesados con la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013.³⁰

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

La Tabla N°2 muestra los resultados obtenidos luego del análisis del agua potable almacenada en el reservorio en el mes de noviembre del año 2018, donde se aprecia que los promedios de bacterias heterotróficas (668 UFC/mL) y coliformes totales (11,1 UFC/100 mL) superaron los límites permisibles. Así mismo, en la Tabla N°3 se muestran los recuentos para el agua del reservorio, donde se observa menor promedio de bacterias heterotróficas (642 UFC/mL), pero mayor presencia de coliformes totales (12,5 UFC/100 mL); superando también sus respectivos límites de permisividad.

Por su parte, las Tablas N°4 y N°5 permiten observar que en el agua de los domicilios hubieron mayores promedios de contaminación por bacterias heterotróficas en el mes de noviembre (1420 UFC/mL), pero mayores índices de coliformes totales en el mes de diciembre (53,7 UFC/100 mL) en relación a las muestras analizadas en el reservorio; superando en ambos casos los criterios establecidos.

Las Tablas N°6 y N°7 representan un consolidado de los análisis efectuados para las muestras de agua del reservorio y los domicilios, a fin de poder hacer las comparaciones de los microbios indicadores en las Figuras N°1 y N°2.

Tabla N°2.

Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable del reservorio de Umuto – El Tambo, noviembre 2018

Parámetros analizados	Resultados por semana				Limite permisible
	1°	2°	3°	Promedio	
Bacterias heterotróficas	768	652	584	668	500 UFC/ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0
Coliformes totales	12	9,3	12	11,1	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales	0	0	0	0	

Fuente: Instrumento de recolección de datos, noviembre 2018

Tabla N°3.

Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable del reservorio de Umuto – El Tambo, diciembre 2018

Parámetros analizados	Resultados por semana				Limite permisible
	4°	5°	6°	Promedio	
Bacterias heterotróficas	680	542	704	642	500 UFC/ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0
Coliformes totales	12	16	9,4	12,5	UFC/100 mL
Coliformes fecales	0	0	0	0	

Fuente: Instrumento de recolección de datos, diciembre 2018

Tabla N°4.

Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable de los domicilios de Umuto – El Tambo, noviembre 2018

Parámetros analizados	Resultados por semana				Limite permisible
	1°	2°	3°	Promedio	
Bacterias heterotróficas	1420	1360	1480	1420	500 UFC/ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0
Coliformes totales	35	29	42	35,3	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales	0	0	0	0	

Fuente: Instrumento de recolección de datos, noviembre 2018

Tabla N°5.

Resultados del análisis de la contaminación microbiana del agua potable de los domicilios de Umuto – El Tambo, diciembre 2018

Parámetros analizados	Resultados por semana				Limite permisible
	4°	5°	6°	Promedio	
Bacterias heterotróficas	1325	1671	1164	1386,7	500 UFC/ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0
Coliformes totales	53	64	44	53,7	0 UFC/100 mL
Coliformes fecales	0	0	0	0	

Fuente: Instrumento de recolección de datos, diciembre 2018

Tabla N°6.

Contaminación microbiana del agua potable del reservorio de Umuto – El Tambo, noviembre y diciembre 2018

Parámetros analizados	Resultados por semana					
	Noviembre			Diciembre		
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Bacterias heterotróficas	768	652	584	680	542	704
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0
Coliformes totales	12	9,3	12	12	16	9,4
Coliformes fecales	0	0	0	0	0	0

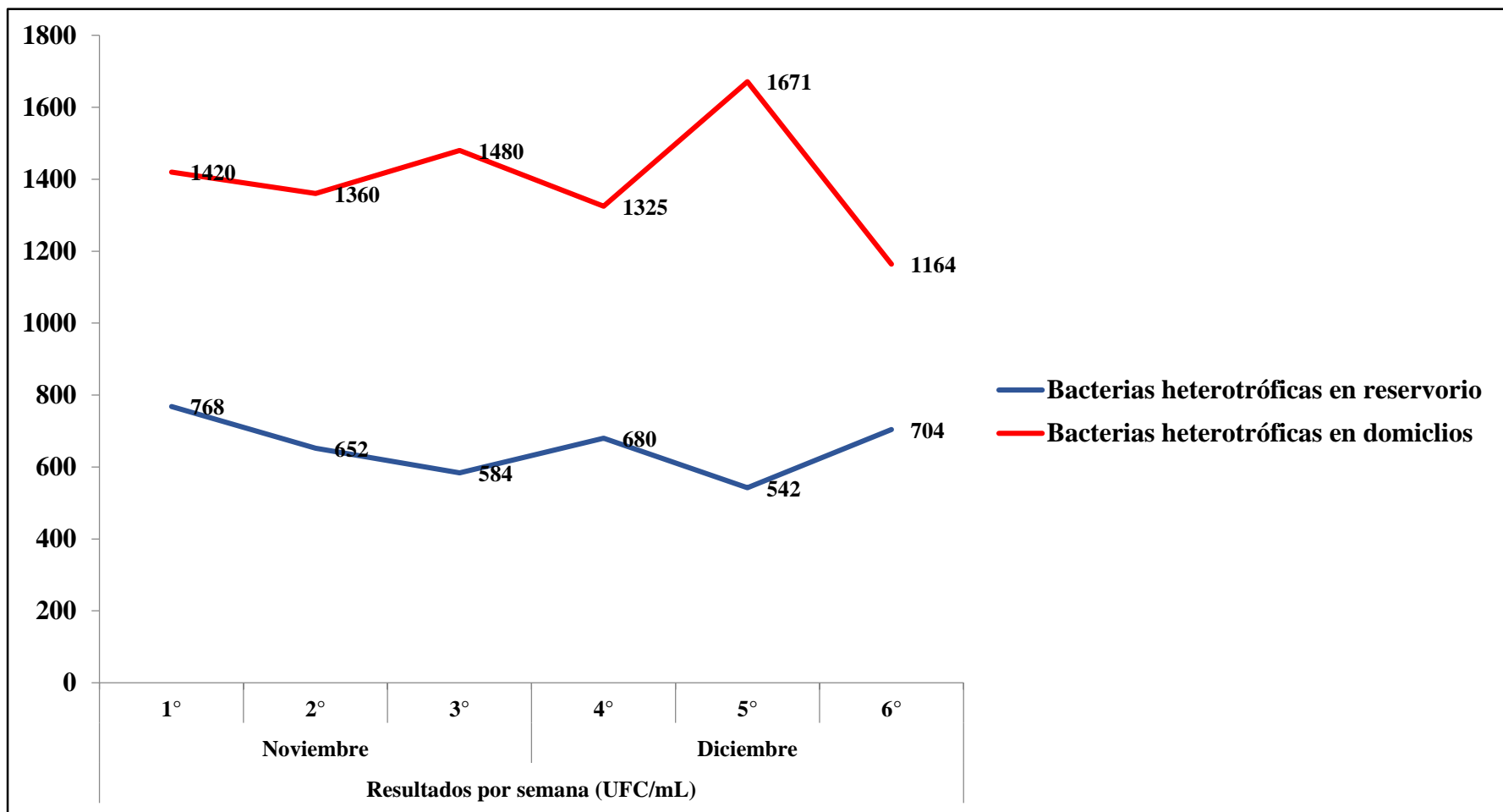
Fuente: Datos de las Tablas N°2 y N°3

Tabla N°7.

Contaminación microbiana del agua potable de los domicilios de Umuto – El Tambo, noviembre y diciembre 2018

Parámetros analizados	Resultados por semana					
	Noviembre			Diciembre		
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Bacterias heterotróficas	1420	1360	1480	1325	1671	1164
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0
Coliformes totales	35	29	42	53	64	44
Coliformes fecales	0	0	0	0	0	0

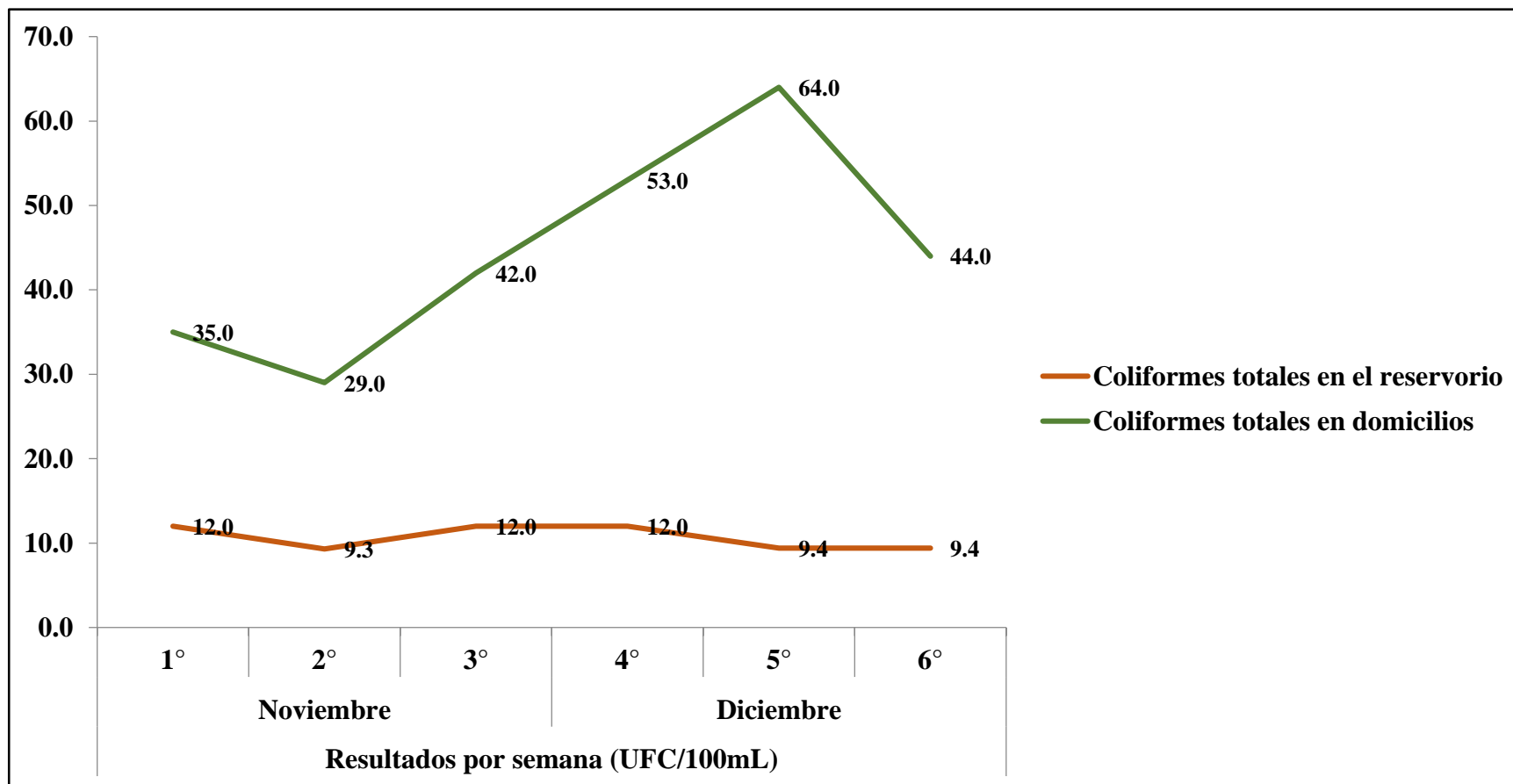
Fuente: Datos de las Tablas N°4 y N°5



Fuente: Datos de las Tablas N°5 y N°6, enero 2019

Figura N°1.

Variación del recuento de bacterias heterotróficas en el reservorio y domicilios de Umuto – El Tambo durante el periodo de estudio



Fuente: Datos de las Tablas N°5 y N°6, enero 2019

Figura N°2.

Variación del recuento de coliformes totales en el reservorio y domicilios de Umuto – El Tambo durante el periodo de estudio

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El consumo de agua potable contaminada es un problema que afecta grandemente la calidad de vida de los seres humanos a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (2018),³¹ alrededor de 2500 millones de personas emplean fuentes de agua contaminadas, lo que indudablemente trae como consecuencia la aparición de enfermedades gastrointestinales de diversa etiología, tales como enterocolitis, cólera, disenterías, fiebre tifoidea, poliomielitis, entre otras; habiéndose estimado que esta problemática provoca anualmente más de medio millón de muertes por diarreas.³¹

Para el año 2017, la OMS determinó que al menos el 70% de la población a nivel mundial utilizaban servicios de abastecimiento de agua potable bajo gestión segura, la cual garantiza reservorios estratégicamente ubicados decir, con buena infraestructura, mantenimiento y condiciones adecuadas de distribución; los mismos que son administrados por empresas dedicadas también al recojo de las aguas servidas y su posterior disposición.³²

En los Anexos de Umuto y Aza (distrito de El Tambo) se han construido reservorios que permiten el almacenamiento y posterior distribución de agua potable para los pobladores de las zonas aledañas, como es el caso del Reservorio sometido a análisis; el cual presenta serias deficiencias en su estructura, mantenimiento y desinfección del agua, pues se evidencian descuidos en sus instalaciones como la falta de pintura, presencia de óxido en las tuberías y válvulas, acumulación de materiales de limpieza y otros que permiten la proliferación de microbios contaminantes.

Además, en el caso particular del Anexo de Umuto, se han registrado múltiples casos de enfermedades gastrointestinales,³¹ sobre todo en la población infantil; las cuales muchas veces se han atribuido al hecho de consumir alimentos contaminados o la falta de buenos hábitos higiénicos, sin que se haya podido establecer claramente el origen de tales cuadros que podrían derivar en afecciones de tipo crónico mucho más difíciles de combatir.

Por su parte, también resulta evidente que la población usuaria de este servicio en la gran mayoría de los casos no almacena correctamente el agua, constituyendo un factor que incrementa los riesgos de contaminación y por ende convertir al agua en un vehículo importante para la transmisión de este tipo de patologías.

Teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, se llevó a cabo esta investigación a fin de establecer el tipo y grado de contaminación del agua almacenada en el reservorio, así como la de los domicilios, tomando como referencia los parámetros microbiológicos dispuestos por el Ministerio de Salud a través de la DIGESA (DS N°031-2010);³¹ mediante análisis de laboratorio empleando para ello determinados tipos de microbios indicadores de contaminación entre los meses de noviembre y diciembre del año 2018.

Luego de realizadas las pruebas microbiológicas se encontró como resultado la existencia de fluctuaciones en los recuentos de bacterias heterotróficas, en todos los casos por encima de los límites permitidos para la totalidad de muestras sometidas a estudio, notándose un elevado pico (1671 UFC/mL) en aquellas procedentes de los domicilios analizadas en la sexta del estudio (segunda semana de diciembre del 2018), según se puede apreciar en la Figura N°1.

Al respecto, debe tenerse en cuenta que las bacterias heterotróficas (aerobias mesófilas) son el grupo de indicadores mayormente empleado para evaluar contaminación o calidad microbiológica en diversos tipos de muestras, ya que estos gérmenes están presentes en el medio ambiente de forma natural, pero serán capaces de proliferar si encuentran las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo, es decir; presencia de nutrientes, pH y temperatura.³³

En relación a este aspecto cabe destacar el hecho de que los recuentos no siempre fueron uniformes, pues las variaciones registradas pueden obedecer a múltiples factores relacionados con la presencia de microbios en el agua; pues, tanto en el reservorio como también en los domicilios, no siempre se dan las mismas condiciones que hacen posible su proliferación, tales como el nivel de agua almacenada, la cantidad suministrada, el tiempo de almacenamiento, el tratamiento de potabilización, etc.; destacando siempre que la mayor contaminación se presentó en los domicilios, probablemente debido a problemas en las redes de distribución o almacenamiento intradomiciliario.³⁴

Por otro lado, los análisis de colimetría total, arrojaron recuentos que también superaron en todos los casos los criterios establecidos para el agua potable según el MINSA, registrándose también variaciones, así como mayores índices (64 UFC/100 mL) en el agua de los domicilios en la segunda semana de diciembre del año 2018 (Figura N°2).

En este sentido, los parámetros de calidad para agua potable exigen el recuento de coliformes, los cuales son un grupo de bacilos Gram negativos pertenecientes a la familia de las enterobacterias, caracterizados por habitar el intestino del hombre y animales; por lo que son considerados indicadores de contaminación fecal. Sin embargo, los coliformes pueden categorizarse en dos categorías: totales y fecales; en el primer grupo se consideran cuatro géneros de bacterias fermentadoras de lactosa a 37°C con capacidad de producir CO₂ (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*), mientras que en el segundo caso se incluye únicamente a la especie *Escherichia coli*, capaz de hacer lo mismo pero también a una temperatura de 44,5°C.³⁵

Tomando en cuenta lo señalado líneas arriba y tras la observación de las Tablas N°2 a N°5 se evidencia que efectivamente las muestras sometidas a estudio (del reservorio y de los domicilios) presentaron indicios de contaminación fecal, muy probablemente debido al contacto con materia fecal de animales o humanos, tanto de manera directa o indirecta (a través de insectos); aunque no es posible establecer en definitiva cuál de los géneros mencionados estuvo involucrado en dicha contaminación, pero señala claramente las pésimas condiciones de calidad de las aguas evaluadas. Con respecto a ello, también es importante señalar que los análisis efectuados no resultaron positivos para colimetría fecal, lo cual indicó que no hubo presencia de *E. coli* de origen fecal (termotolerante), aunque esto no exime a las muestras de tener calidad indeseable y no ser aptas para consumo por seres humanos.

Los resultados de esta investigación concuerdan con los hallazgos de Fuentes A. y col. (2007),³⁶ quienes evaluaron la calidad microbiológica del agua potable en Sonora (México) y encontraron contaminación por coliformes fecales en 99% de muestras; así mismo, existen similitudes con los reportes de Reascos B. y Yar B. (2010),³⁷ quienes analizaron agua para consumo humano del Cantón Cotacachi (Ecuador), encontrando que cumplía con la normativa vigente, debido a infraestructura inadecuada de los reservorios.

Este estudio también presenta ciertas semejanzas con lo demostrado por Cutimbo

C. (2012),³⁸ quien analizó el agua subterránea para consumo humano en Tacna (Perú), encontrando 54% de muestras contaminadas con coliformes totales y 2% de bacterias heterotróficas por encima de los límites establecidos; de igual modo, existen concordancias con la investigación de Flores N. y Orellana J. (2012),³⁹ quienes evaluaron el agua del reservorio de Ocopilla (Huancayo), encontrando promedios de bacterias heterotróficas, coliformes totales y fecales por encima de los límites permisibles.

También se encuentran semejanzas con los reportes de Alvarado C. y Yaringaño E. (2013),⁴⁰ cuya evaluación del agua del reservorio del Anexo de Timarini bajo (Satipo), demostró recuentos de aerobios mesófilos que en 62,5% de muestras superaron los estándares permitidos; mientras que 25% de muestras presentaron coliformes totales y fecales que sobrepasaron sus respectivos límites. De igual modo, el estudio realizado por Olano M. y Valverde D. (2015),⁴¹ determinó que el agua del reservorio Rosalía (Tarma); presentó bacterias heterotróficas por encima de los límites permitidos, así como la investigación realizada por Amaya K. y Arellano N. (2017),⁴² cuyo análisis de la contaminación microbiana del agua del Reservorio de Uchurracra (Tarma), demostró elevada presencia de bacterias heterotróficas, pero ausencia de coliformes.

Con estos reportes mencionados resulta indudable que en nuestro medio el problema de la contaminación del agua para consumo humano aun es un aspecto que se presenta de forma latente, lo cual conlleva a la necesaria realización de profundas investigaciones, de tipo aplicado y longitudinal, no solo relacionadas con la verificación del tipo y grado de agentes involucrados, sino más bien a la determinación de los factores relacionados con la contaminación, así como las estrategias más adecuadas para prevenir y tratar esta problemática.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la contaminación microbiológica de 36 muestras de agua almacenada en el Reservorio de Umuto - El Tambo, entre noviembre y diciembre del año 2018.
2. El análisis demostró mayor contaminación por bacterias heterotróficas en el agua de domicilios (1420 UFC/mL en noviembre y 1386,7 UFC/mL en diciembre), así como coliformes totales (35,3 UFC/100 mL en noviembre y 53,7 UFC/100 mL en diciembre). No se detectó presencia de *E. coli* fecal en ninguna muestra.
3. Al comparar los resultados obtenidos con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DS N°031-2010-SA) se establece que ninguna de las muestras analizadas se encuentra dentro de los parámetros exigidos, siendo por tanto no aptas para consumo humano.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los pobladores de Umuto – El Tambo, tomar acciones para la inmediata ejecución de labores de limpieza y mantenimiento de la infraestructura del reservorio, así como la desinfección del agua almacenada; conjuntamente con apoyo técnico que monitoree permanentemente dichas condiciones.
2. Es recomendable que las autoridades sanitarias de la provincia de Huancayo, desarrollen campañas de análisis de las condiciones microbiológicas, físicas y químicas de los reservorios de tipo JASS, así como de las fuentes de acopio y redes de distribución al público usuario.
3. Se sugiere a docentes y estudiantes, desarrollar y ejecutar investigaciones de tipo longitudinal y aplicado sobre los factores asociados la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua almacenada en este tipo de reservorios, así como también aquellas ya distribuida a los domicilios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fuentes A, Campas O, Aguilar M, Meza M. Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México) Rev. Salud Pública y Nutrición. 2007; 8(3):1-13.
2. Reascos B, Yar B. Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2010.
3. Cutimbo C. Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y los Palos del distrito de Tacna [Tesis]. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2012.
4. Flores N, Orellana J. Evaluación de la calidad microbiológica del agua potable del reservorio de Ocopilla – Huancayo, enero – julio del 2012. [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2012.
5. Alvarado C, Yaringaño E. Calidad microbiológica del agua potable del reservorio del Anexo de Timarini bajo (distrito de Satipo), enero - abril 2013 [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2013.
6. Sedano P. Agua no apta para consumir. Perú: Diario Correo; 2014, Diciembre 15. Sección Región. P. 13.

7. Chambi G. Determinación de bacterias coliformes y *E. coli* en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche- Ananea - Puno [Tesis]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2015.
8. Olano M, Valverde D. Evaluación de la calidad microbiológica del agua del reservorio Rosalía (Barrio de Huanuquillo) – Tarma, enero a marzo 2015 [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2015.
9. Ramírez P. Identificación de las fuentes de contaminación y su relación con la dinámica del río Itaya (zona baja de Belén), distrito de Belén 2014 [Tesis]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2016.
10. Amaya K, Arellano N. Análisis de la contaminación microbiana del agua potable de Uchurracra - Tarma, julio – agosto 2017 [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2017.
11. DIGESA. Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano. [En línea]. Perú: Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud; 2011. Disponible en URL:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf Consultado 1 de octubre de 2018.
12. Orellana A. Características del Agua potable. [En línea]. Disponible en URL:
http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf/ Consultado 1 de octubre de 2018.
13. Tuesca R, Ávila H, sisa A, Pardo D. Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano. Colombia: Universidad del Norte; 2015.
14. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales

- domésticas. [En línea]. Disponible en URL:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>
Consultado 15 de mayo de 2018.
15. Santibáñez O. Parámetros físico-químicos que influyen en la Calidad y en el Tratamiento del agua [Tesis]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2006.
 16. Mejía M. Análisis de la calidad de agua para el consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, honduras [Tesis]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; 2005.
 17. Aurazo M. Aspectos biológicos de la calidad del agua; [En línea] [22 páginas]. Disponible en URL: <http://www.analizcalidad.com/docftp/fi1110aguas>. Consultado 16 de mayo de 2018.
 18. DIGESA. Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano. [En línea]. Perú: Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud; 2011. Disponible en URL:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf Consultado 1 de octubre de 2018.
 19. Valdés V. Microbiología del agua. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá. [En línea]. Disponible en URL:
<http://www.slideshare.net/guest6e00ca1/microbiologa-del-agua>. Consultado 18 de mayo 2017.
 20. Juran JM, Gryna FM, Bingham RS. Manual de Control de la Calidad. 2^{da} ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.; 2005.
 21. Atlas M, Bartha R. Ecología microbiana y Microbiología ambiental. 4^{ta} ed. España: Editorial Pearson; 2005.

22. Mendo M. Lecciones de Microbiología y Medios de Cultivo. 4^{ta} ed. Lima, Perú: Editorial: Ediciones Laborales SIPL; 1995.
23. ICMSF. Microorganismos de los alimentos: Características de los patógenos microbianos. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Zaragoza. España: Editorial Acribia S.A; 1998.
24. Sánchez H, Reyes C. Metodología y Diseños en la Investigación científica. Lima: Editorial Visión Universitaria; 2009.
25. Hernández R, Fernández-Collado C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 4^{ta} ed. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2006.
26. Valderrama S. Pasos para elaborar Proyectos y Tesis de Investigación científica. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.; 2010.
27. Pineda E, Alvarado E, Canales F. Metodología de la investigación. Washington: OPS/OMS; 1994.
28. Wiley J. Control de la calidad del Agua. Barcelona, España: Editorial Reverté S.A.; 2003.
29. Apha, A. Métodos normalizados para el análisis del Agua Potable y Residual. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos. Madrid, España; 2000.
30. Pascual-Anderson M. Microbiología alimentaria: Metodología para alimentos y bebidas 2^{da} ed. Madrid: Editorial Díaz de Santos S.A.; 2000.
31. Organización Mundial de la Salud. Progresos en materia de agua potable y saneamiento. Ginebra: Programa conjunto de Monitoreo OMS/UNICEF; 2018.

32. Organización Mundial de la Salud. Informe 2015 sobre el acceso al agua potable y saneamiento. Ginebra: Programa conjunto de Monitoreo OMS/UNICEF; 2017.
33. Pascual-Anderson M. Microbiología alimentaria: Metodología para alimentos y bebidas 2^{da} ed. Madrid: Editorial Díaz de Santos S.A.; 2000.
34. Valdés V. Microbiología del agua. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá. Disponible en URL:
<http://www.slideshare.net/guest6e00ca1/microbiologa-del-agua>
Consultado 18 de marzo 2019.
35. Huntiveros R, Wheelis M. Microbiología. 2^{da} ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.; 1996.
36. Fuentes A, Campas O, Aguilar M, Meza M. Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México) Rev. Salud Pública y Nutrición. 2007; 8(3):1-13.
37. Reascos B, Yar B. Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2010.
38. Cutimbo C. Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y los Palos del distrito de Tacna [Tesis]. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2012.
39. Flores N, Orellana J. Evaluación de la calidad microbiológica del agua potable del reservorio de Ocopilla – Huancayo, enero – julio del 2012. [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2012.
40. Alvarado C, Yaringaño E. Calidad microbiológica del agua potable del reservorio del Anexo de Timarini bajo (distrito de Satipo), enero - abril 2013 [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2013.

41. Olano M, Valverde D. Evaluación de la calidad microbiológica del agua del reservorio Rosalía (Barrio de Huanuquillo) – Tarma, enero a marzo 2015 [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2015.
42. Amaya K, Arellano N. Análisis de la contaminación microbiana del agua potable de Uchurracra - Tarma, julio – agosto 2017 [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2017.

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA POTABLE DEL RESERVORIO DE UMUTO, EL TAMBO - 2018

AUTORA: Bachiller Vanessa Fernández Cervantes

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	VARIABLE DE INVESTIGACIÓN			METODOLOGÍA
		Variable	Dimensión	Indicador	
¿Existe contaminación microbiológica en el agua del Reservoirio de Umuto - El Tambo, entre noviembre y diciembre del año 2018?	<p>General: Evaluar la contaminación microbiológica del agua del Reservoirio de Umuto - El Tambo, entre noviembre y diciembre del año 2018.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar el agua del reservoirio y domicilios de Umuto – El Tambo mediante recuento de bacterias heterotróficas, de <i>Escherichia coli</i> y coliformes (totales y fecales). Establecer comparaciones con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DS N°031-2010-SA). 	Contaminación microbiológica	Indicadores de calidad higiénica	Bacterias heterotróficas	<p>a. Método de investigación.- Observacional.</p> <p>b. Tipo de investigación.- Básico, prospectivo y transversal.</p> <p>c. Nivel de investigación.- Descriptivo.</p> <p>d. Diseño de la investigación.- Descriptivo transversal.</p> <p>e. Población y muestra.- Población constituida por toda el agua del Reservoirio de Umuto (El Tambo, Huancayo), almacenada entre noviembre y diciembre del año 2018. Se colectarán 36 muestras de agua procedente del reservoirio y domicilios, mediante muestreo probabilístico.</p> <p>f. Técnicas e instrumento de recolección de datos</p> <p>➤ Técnicas microbiológicas.- Se emplearán métodos y técnicas microbiológicas para aislar identificar y cuantificar bacterias indicadoras de contaminación del agua, según la normativa vigente.</p> <p>➤ Instrumento de recolección de datos.- Los datos obtenidos para cada muestra analizada serán registrados y ordenados en un Instrumento de recolección de datos.</p> <p>➤ Procedimientos de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Obtención de muestras.- Se colectarán aleatoriamente 18 muestras de agua almacenada en el reservoirio y 18 de aquella procedente de domicilios, a razón de una por semana durante seis semanas, cada una de ellas conformada por 3 sub-muestras (2:00 pm, 8:00 pm y 6:00 am). Análisis microbiológicos. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bacterias heterotróficas.- Se empleará el método de recuento en placa, según la técnica de incorporación, utilizando agar para recuento en placa (PCA7, Merck®) con incubación a 35°C por 24 horas. ✓ <i>Escherichia coli.</i>- Se utilizará el método de recuento en placa, mediante la técnica de incorporación, empleando agar MacConkey (Merck®) con incubación a 44,5°C por 24 horas. ✓ Coliformes totales y fecales.- Se aplicará el método de recuento en tubo, según la técnica del Número más probable (NMP), utilizando Caldo Brila y campana Durham invertida, incubando en baño maría a 35°C durante 24 horas para coliformes totales y a 44,5°C por 24 horas para coliformes fecales. Posteriormente se verificará la presencia de
			Indicadores de calidad higiénico-sanitaria	<i>Escherichia coli</i> Coliformes totales Coliformes fecales	

					<p>turbidez y gas en los tubos, comparando con la Tabla del Número más probable.</p> <p>g. Técnicas y análisis de datos.- Los resultados de los recuentos serán organizados en tablas de doble entrada, siendo procesados mediante estadísticos descriptivos (media aritmética y desviación estándar). Se compararán los datos obtenidos con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DIGESA, MINSA, 2010). Todos los datos serán procesados con la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013.</p>
--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO N°2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Variable	Dimensión	Indicador	Criterios de medición	Tipo y escala de medición
Contaminación microbiológica	Indicadores de calidad higiénica	Bacterias heterotróficas	Aceptable ≤ 500 UFC/mL	Cuantitativa continua
			Inaceptable > 500 UFC/mL	
	Indicadores de calidad higiénico-sanitaria	<i>Escherichia coli</i>	Aceptable ≤ 0 UFC/100mL	
		Coliformes totales	Inaceptable > 1 UFC/100mL	
	Coliformes fecales			

Fuente: Elaboración propia, octubre 2018.

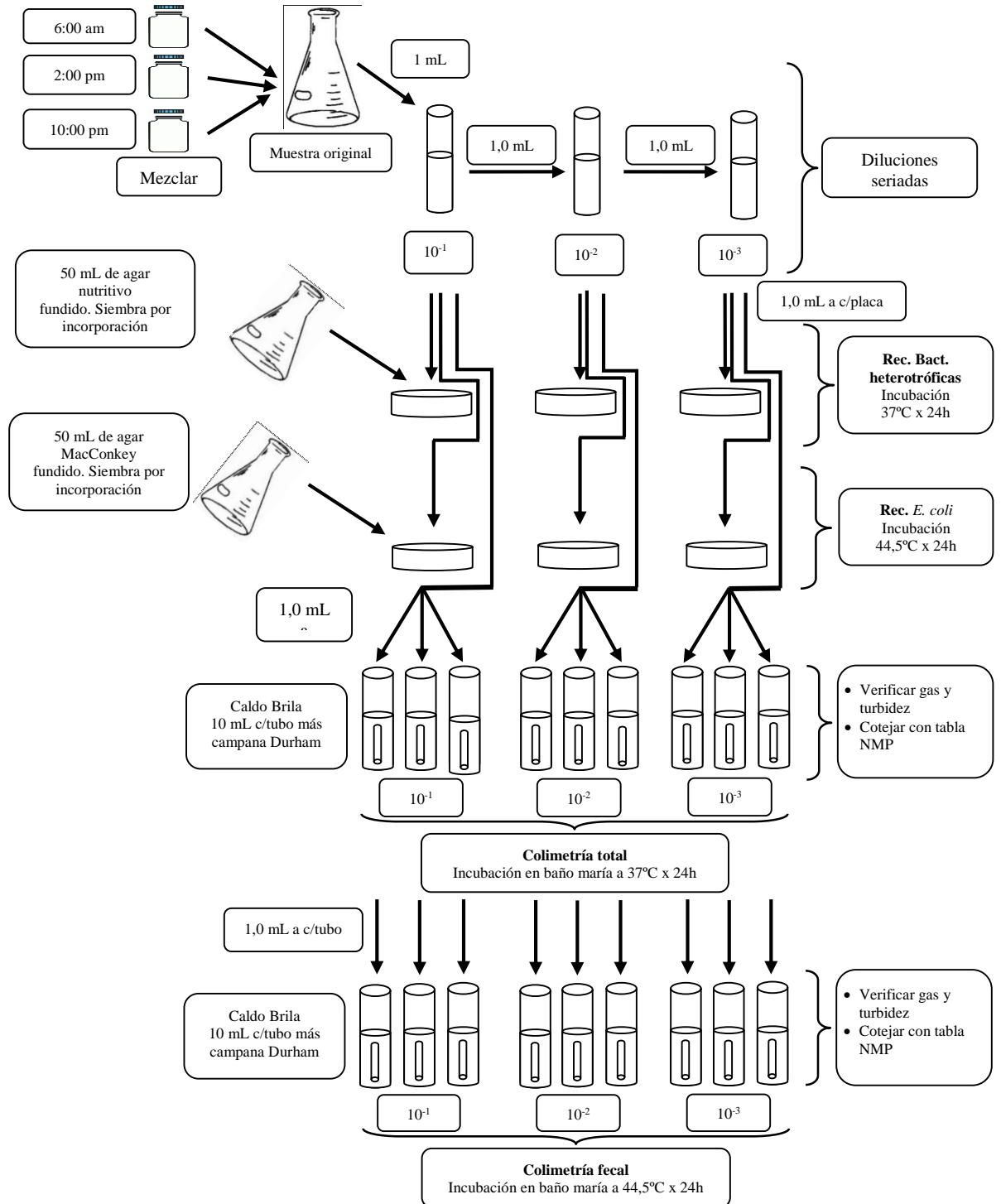
ANEXO N°3
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Semana:		Fecha de colección:			
Hora de muestreo:		Fecha de lectura:			
Parámetros analizados	Resultados			Promedio/ Lectura	Límite permisible
	Placa1/ Tubo 1	Placa 2/ Tubo 2	Placa 3/ Tubo 3		
Bacterias hetetróficas					500 UFC/mL
<i>Escherichia coli</i>					0 UFC/100 mL
Coliformes totales					
Coliformes fecales					
Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia, octubre 2018.

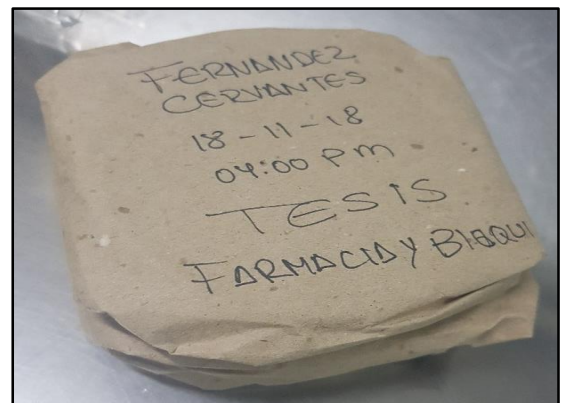
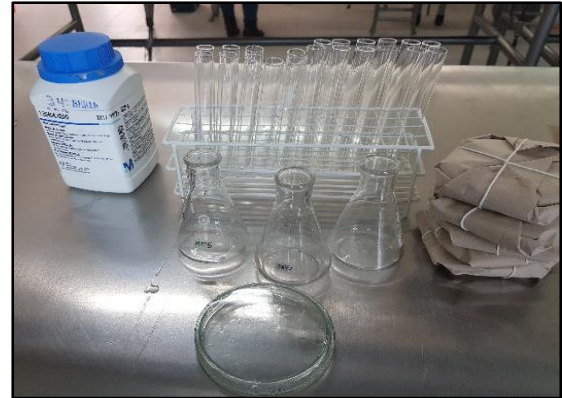
ANEXO N°4

ESQUEMA DE TRABAJO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE RESERVORIO



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2018

ANEXO N°5
GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO



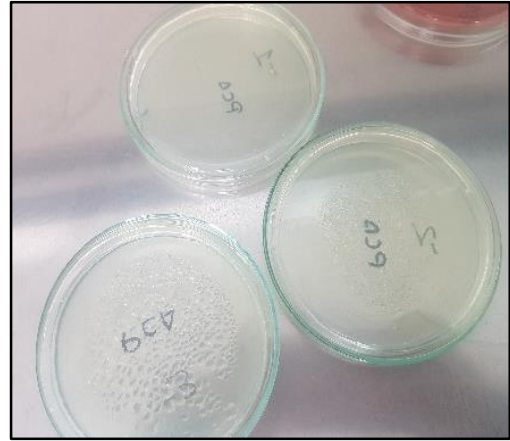
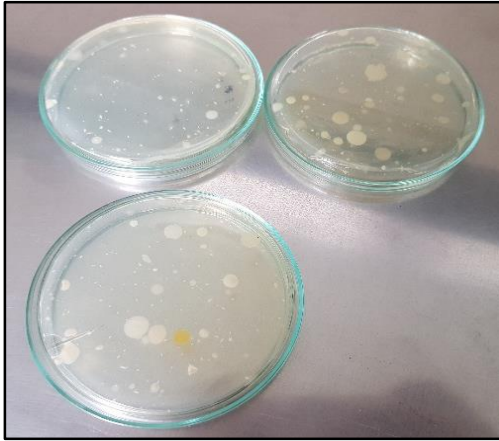
Fuente: Elaboración propia, noviembre 2018

ANEXO N°6
GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA COLECCIÓN DE MUESTRAS DEL
AGUA DEL RESERVORIO



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2018

ANEXO N°7
GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA LECTURA DE PLACAS Y TUBOS



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2018