

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA



TESIS

**ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DEL AGUA EN LAS UNIDADES DENTALES
DURANTE LOS MESES OCTUBRE - DICIEMBRE, ABANCAY, 2018.**

Presentada por:

HELDER DAZA BUHEZO

Para optar el Título profesional de Cirujano Dentista

Abancay - Apurímac - 2019

TESIS

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DEL AGUA EN LAS UNIDADES DENTALES
DURANTE LOS MESES OCTUBRE - DICIEMBRE, ABANCAY, 2018.

Asesor:

Mag. CD. ELIZABETH CHAVEZ SANCHEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CARIOLOGÍA Y ENDODONCIA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DEL AGUA EN LAS UNIDADES DENTALES
DURANTE LOS MESES OCTUBRE - DICIEMBRE, ABANCAY, 2018.

Presentado por **Bach. HELDER DAZA BUHEZO**

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Sustentado y aprobado el 31 de octubre del 2019 ante el jurado de:

Presidente: Mag. CD. Uriel CARRION HERRERA

Primer Miembro: Mag. CD. Arturo CAMACHO SALCEDO

Segundo Miembro: Mag. CD. Kelly MALPARTIDA VALDERRAMA

Asesor: Mg. CD. Elizabeth CHAVEZ SANCHEZ

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirnos en la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mi mayor sueño, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradezco a mis docentes de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Tecnológica de los Andes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi noble profesión.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	0
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas Específicos.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
1.6 Delimitación de la investigación.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	7
2.1.1 A nivel internacional.....	7
2.1.2 A nivel nacional.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.2.1 Agua.....	12
2.2.2 Según la cantidad de minerales.....	13
2.2.3 Unidad dental.....	33
2.3 Marco Conceptual.....	38
• Estudio bacteriológico.....	38
CAPITULO III.....	40

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1 Hipótesis	40
3.1.1 Hipótesis General	40
3.1.2 Hipótesis Específicas.	40
3.2 Método	41
3.3 Tipo de nivel de la investigación	41
3.4 Nivel de investigación.	41
3.5 Diseño de investigación	41
3.6 Población y Muestra de la investigación	41
3.7 Operacionalización de variables	42
3.8 Técnica e instrumentos de recolección de datos	44
3.8.2 Procedimientos.....	45
3.9 Descripción de instrumentos	46
3.9.1 Equipo.....	46
CAPITULO IV	49
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	49
4.1 Cronograma.....	49
4.2 Presupuestos	50
V. RESULTADOS	51
VI. DISCUSIÓN	56
VII. CONCLUSIONES	59
VIII. RECOMENDACIONES.....	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
X. ANEXOS	67
10.1. ANEXO 01.....	67
10.2. ANEXO 02 PÁGINA DE JURADOS:	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 01: Número de bacterias de coliformes totales y termotolerantes de suministro de agua (botella) de tres unidades dentales durante los meses octubre-diciembre, Abancay, 2018.	52
Tabla Nº 02: Número de bacterias totales y termotolerantes de suministro de agua (jeringa triple) de tres unidades dentales durante los meses octubre-diciembre, Abancay, 2018.	53
Tabla Nº 03- Objetivo General: Suministros (botella y jeringa triple) presenta mayor cantidad de coliformes totales y termotolerantes de tres unidades dentales durante los meses de octubre-diciembre, Abancay, 2018.	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01 – A: Gráfico de distribución de suministro de agua en botellas en relación al número de bacterias coliformes totales 35°C	52
Gráfico N° 01 – B: Gráfico de distribución de suministro de agua en botellas en relación al número de bacterias coliformes termotolerantes 44.5°C	53
Gráfico N° 02 – A: Gráfico de distribución de suministro de agua en jeringa triple en relación al número de bacterias coliformes totales 35°C	54
Gráfico N° 02 – B: Gráfico de distribución de suministro de agua en jeringa triple en relación al número de bacterias coliformes termotolerantes 44.5°C	54

RESUMEN

La finalidad de la siguiente investigación fue determinar el estudio bacteriológico y la cuantificación de coliformes totales y termotolerantes de suministros de agua (botella y jeringa triple) en las unidades dentales en la clínica dental de la UTEA, para lo cual el estudio se realizó en los meses de octubre - diciembre 2018. El tipo de investigación que se realizó es descriptivo - transversal.

Las muestras estuvieron representadas por 03 unidades dentales de la clínica los cuales fueron manipulados bajo estricto cuidado con todas las medidas de bioseguridad. Para las muestras, en la presente investigación se utilizó el método estandarizado de tubo múltiple-9221BE para identificar las bacterias coliformes totales y agar m-FC para las bacterias coliformes termotolerantes para luego incubar las muestras a $44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 horas.

Se concluye que existe presencia de microorganismos en la jeringa triple y botella de los equipos dentales.

Palabras Claves: bacteria, agua, unidad dental, coliformes termotolerantes, coliformes totales.

ABSTRACT

The purpose of the following investigation was to determine the bacteriological study and the quantification of total and thermotolerant coliforms of water supplies (bottle and triple syringe) in the dental units in the UTEA dental clinic, for which the study was carried out in the Months of October - December 2018. The type of research carried out is descriptive - transversal.

The samples were represented by 03 dental units of the clinic which were handled under strict care with all biosecurity measures. For the samples, in the present investigation the standardized method of multiple tube-9221BE was used to identify the total coliform bacteria and m-FC agar for the thermotolerant coliform bacteria and then incubate the samples at 44.5 ± 0.2 ° C during 24 hours.

It is concluded that there is presence of microorganisms in the triple syringe and bottle of dental equipment.

Keywords: Bacteria, Water, Dental Unit, termotolerant coliforms, total coliforms.

INTRODUCCIÓN

El agua en odontología es importante, su pureza está en relación de evitar infecciones y la eficacia de los tratamientos, debido al contacto directo que ésta tiene con las mucosas, estructuras dentales, inclusive sangre y más fluidos corporales del individuo que está siendo tratado.

Múltiples trabajos han demostrado que, a través de los conductos de agua de las unidades dentales, se pueden transmitir diversos microorganismos patógenos humanos, tales como coliformes totales, coliformes termotolerantes, ya que los conductos de agua de estas unidades proporcionan un ambiente ideal para su colonización.

La clínica integral de la Universidad Tecnológica De los Andes (UTEA), posee una gran demanda de sus servicios, donde sus pacientes tienen diferentes condiciones de salud, razón por la cual, el intercambio de aerosoles contaminados provenientes de la cavidad bucal de los mismos, pueden desencadenar su trasmisión al ser portadores de especies bacterianas. Por otra parte, la carencia de normas de bioseguridad como el manejo inadecuado de los recipientes contenedores de agua, la incorrecta desinfección de las superficies de jeringas triple, instrumentos rotativos y demás componentes del equipo dental por parte de estudiantes, profesionales odontólogos y personal de mantenimiento de las unidades odontológicas, representa un riesgo tanto para el operador, pacientes o terceros.

El presente trabajo, tiene como finalidad determinar qué tipo de microorganismos existe en el agua que expulsa la jeringa triple y el reservorio de los equipos odontológicos de Clínica Integral de la UTEA.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Realidad Problemática

El agua es una fuente indispensable para la vida de los seres humanos, se la considera uno de los vehículos más efectivos en la transmisión de infecciones, es por esta razón que los profesionales de la salud deben tomar medidas preventivas para evitar cualquier tipo de enfermedades contagiosas. El agua debe estar libre de cualquier contaminante perjudicial para la salud, la organización mundial de la salud (OMS) publica periódicamente guías de calidad de agua con los valores permitidos para el consumo humano. ¹

La presencia de contaminación microbiana en el agua de las unidades dentales fue reportada por primera vez hace más de cuarenta años. ². La evaluación de la calidad microbiológica se basa tradicionalmente en grupos de microorganismos considerados como indicadores de contaminación. El análisis de la cantidad de microorganismos presentes en los sistemas de irrigación de la unidad dental ayudara a determinar el total de agentes patógenos que ingresan directamente a la cavidad bucal, cortando la cadena de asepsia necesaria para la realización de cualquier tratamiento dental. ^{3.4}

Un cirujano dentista atiende en su consulta habitual un gran número de pacientes, entre los cuales se encuentran niños, adultos y personas de la tercera edad con diferentes estados de salud y condiciones socioeconómicas, a los cuales se les realizan diversos tratamientos odontológicos como, por ejemplo: extracciones, restauraciones, endodoncias, tratamientos ortodónticos, realización y adaptación de prótesis y cirugías maxilofaciales. ⁵

En estos tratamientos el uso del agua es imprescindible tanto para la higiene de las manos del odontólogo como para la preparación de materiales de impresión y el enfriamiento de los instrumentos rotatorios utilizados en operatoria y prótesis.⁵

Uno de los principales problemas en el manejo del agua potable reside en la higiene que se tenga durante la distribución interna en las viviendas, consultorios, oficinas y en aquellos lugares donde se utilice este recurso.⁵

1.2 Formulación del problema.

En una consulta odontológica habitual se realizan diversos tratamientos a niños, adultos y personas de la tercera edad con diferentes estados de salud. Por lo tanto, el uso del agua es imprescindible tanto para la higiene de las manos del odontólogo como para la preparación de materiales y el enfriamiento de los instrumentos rotatorios utilizados en dichos procedimientos.^{6,7}

Es por ello que, en una unidad dental, el agua juega diferentes roles. Generalmente está distribuida en un sistema de tuberías, que está conectado a la red de suministro de agua potable. El pequeño diámetro y la gran relación área - volumen de estos conductos, sumados al poco flujo de agua utilizado en los procedimientos dentales, facilitan la acumulación de bacterias presentes en el sistema de distribución del agua, favoreciendo la formación del biofilm en las tuberías de agua de la unidad dental.⁶

Debido al contacto directo que el agua proveniente de dichos dispositivos tiene con las mucosas y estructuras dentales del individuo que está siendo tratado, tener una buena calidad bacteriológica del agua que se utiliza durante la práctica odontológica es muy importante en la prevención de infecciones, ya que durante

los procedimientos dentales esta puede ser tragada o aspirada por los pacientes o por los profesionales de la salud dental. ⁸

1.2.1 Problema General

¿Cuál será el resultado del estudio bacteriológico del agua en las unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018?

1.2.2 Problemas Específicos

1. ¿Cuánto será la cuantificación de coliformes totales y termotolerantes de suministro de agua (botella) de tres unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018?
2. ¿Cuánto será la cuantificación de coliformes totales y termotolerantes de suministro de agua (jeringa triple) de tres unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018?
3. ¿Cuál de los dos suministros (botella y jeringa triple) presenta mayor cantidad de coliformes totales y termotolerantes de tres unidades dentales durante los meses de octubre - diciembre, Abancay, 2018?

1.3 Justificación de la investigación

La práctica odontológica está muy relacionada con el alto riesgo de infecciones para los pacientes, dichos procesos están estrechamente relacionados con la gran variedad de microorganismos que infectan y colonizan la cavidad oral y una de las principales fuentes de infección son las líneas de agua esto debido a la presencia de biopelículas que proporcionan un cierto tipo de refugio para la supervivencia y persistencia de patógenos oportunistas que aumentan el riesgo de contaminación cruzada.

El presente proyecto de investigación poseerá una importancia teórica debido a que los resultados obtenidos nos darán mayor conocimientos acerca de la situación bacteriológica del agua de la clínica dental de la UTEA lo que permitirá realizar monitoreos periódicos al igual que la implementación de diferentes medidas higiénicas preventivas en el manejo del agua de la jeringa triple y el llena vasos de las unidades dentales con la finalidad de tener un cumplimiento más eficaz de las normas de calidad del agua.

Por eso la importancia del presente trabajo de investigación debido a que será la primera en el medio con el fin de iniciar una serie de investigaciones a futuro del tema. En la actualidad aún no se ha realizado una manipulación ideal del agua.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Determinar el estudio bacteriológico del agua en las unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Identificar el número de bacterias de coliformes totales y termotolerantes de suministro de agua (botella) de tres unidades dentales durante los meses octubre -diciembre, Abancay, 2018.
2. Cuantificar el número de bacterias totales y termotolerantes de suministro de agua (jeringa triple) de tres unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018.
3. Comparar dos suministros (botella y jeringa triple) presenta mayor cantidad de coliformes totales y termotolerantes de tres unidades dentales durante los meses de octubre - diciembre, Abancay, 2018.

1.5 Limitaciones de la investigación

Las limitaciones del presente trabajo de investigación son el escaso o nulo número de laboratorio en la región de Apurímac para la cuantificación de microorganismos mencionados.

La poca accesibilidad para la toma de muestra en la fuente de suministros y realizar la evolución en el laboratorio.

1.6 Delimitación de la investigación

La presente investigación se realizará durante los meses de octubre a diciembre del presente año en la Clínica dental de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Tecnológica de los Andes en el distrito de Abancay región de Apurímac.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 A nivel internacional

Ávila N. (2013) en Colombia, realizó la investigación **Título:** calidad microbiológica del agua destinada al uso de los sillones de la Clínica Universitaria de Bogotá. **Objetivo:** fue determinar dicha calidad microbiológica. Evaluó el agua destinada al uso de 15 sillones dentales con la finalidad de ver la calidad microbiológica de esta. **Metodología:** la evaluación se tomó como muestra el agua de la jeringa triple y de la pieza de mano de los 15 sillones dentales, teniendo en cuenta las recomendaciones de la OPS (organización panamericana de la salud), cuya metodología fue la técnica de filtración por membrana en diferentes agares según EPA, para determinar el recuento de Coliformes totales, E. coli, Pseudomonas y Enterococcus. **Resultados:** Se logró determinar que en las unidades dentales el agua no cumple con la norma técnica colombiana 813 (NTC 813); lo cual, fue establecida en el año 2007 por la resolución 2115 y respecta a las características microbiológicas; debido a que excede los parámetros aceptables de Enterococcus y Coliformes.⁹

Restrepo,J (2012) en Colombia, realizó la investigación. **Título:** contaminación microbiana en las líneas de agua de las unidades odontológicas de la una clínica privada de Medellín. **Objetivo:** realizó su estudio con la finalidad de identificar las especies microbianas que se encuentran en la red de aguas se los sillones dentales de la una clínica privada de Medellín. **Metodología:** para este estudio se

tuvo como población 89 sillones dentales de los cuales como muestra se consideraron 11 sillones los cuales se escogieron al azar por conveniencia; se evaluó el agua de la jeringa triple. La finalidad de este estudio era la búsqueda de Coliformes totales y realizar un recuento de hongos y microorganismos cultivables. **Resultados:** como resultado se encontró que el recuento de microorganismos Mesófilos entre 40 y 200 UFC. También se logró aislar microorganismos como Actinobacillus, Aeromona salmonicida y Pseudomona maltophil. En cuanto a los Coliformes totales y fecales no se encontró.¹⁰

Sara L. Ávila N., M. Estupiñán T., M. Estupiñán T. realizaron un trabajo. **Título:** Indicadores de calidad bacteriológica del agua en unidades odontológicas (Colombia 2012) **Metodología:** En este estudio se realizó el muestreo de seis unidades odontológicas escogidas aleatoriamente que contaban con sistema cerrado; de cada una de ellas se tomaron tres muestras de instrumentos diferentes: pieza de mano de alta velocidad, jeringa triple y tanque.¹⁰ **Resultados:** reveló un alto grado de contaminación bacteriana que no cumple con los parámetros microbiológicos establecidos en la Resolución 2115 de 2007 y en la Norma Técnica Colombiana para agua potable. Se evidenció la presencia de Coliformes totales en un 94,4%, Escherichia coli en un 16,6% y Enterococcus spp. en un 88,8% de las 18 muestras analizadas. Los recuentos de Coliformes totales, Escherichia coli y Enterococcus spp. por medio de UFC/100mL no mostraron diferencias estadísticas en los tres instrumentos analizados $P=0,927$, $P=0,996$ y $P=0,0396$ (Kruskal-Wallis). Adicionalmente se identificó Pseudomona spp., microorganismo oportunista en pacientes inmunosuprimidos.¹¹

Jailet Marin G Alicia (mexico 2011) **Título:** Contaminación del agua de la jeringa triple. **Objetivo:** evaluación de la contaminación del agua que se utiliza en

las unidades dentales de las Clínicas N°1, 2, 3, 4 y 5, en la Universidad Veracruzana, Campus Minatitlán, evaluándose comparativamente el agua de la fuente de abastecimiento con el agua de la jeringa triple de cada unidad dental. **Resultados:** fueron en relación al recuento total de bacterias aeróbicas heterotróficas, se pudo observar que sólo una de las clínicas presentó una menor cantidad de UFC en sus jeringas triple, en comparación con la fuente de abastecimiento, las demás muestras mantuvieron o incrementaron la cantidad de UFC con respecto de la fuente de abastecimiento. En relación con el recuento de bacterias Coliformes totales, existe presencia de Coliformes totales en una de las cuatro clínicas dentales, lo que indica contaminación fecal. **Conclusión:** En relación al recuento de bacterias Coliformes Fecales en la fuente de abastecimiento y jeringa triple de la unidad dental, se puede observar que no existe ninguna UFC de Coliformes Fecales en ninguna de las clínicas. En relación al recuento de E. coli en la fuente de abastecimiento y jeringa triple de la unidad dental, se puede observar que no existe ninguna UFC de E. coli en la fuente de abastecimiento ni en la jeringa triple de las clínicas dentales.¹²

Marín J. (2008) en México, realizó la investigación. **Título:** contaminación del agua de la jeringa triple. **Objetivo:** determinar la contaminación de las líneas de agua que suministran la jeringa triple de las unidades dentales, también es dar a conocer a los estudiantes y trabajadores la presencia de dicho riesgo, y así hacer conciencia del cuidado y limpieza que se les debe brindar. **Materiales y métodos:** Que consistió en analizar 41 sillones dentales, la cual se tomaron muestras de la jeringa triple, se concluyó que hay presencia de pseudomonas aeruginosa en la fuente de abastecimiento y jeringa triple de las unidades dentales.¹³

Fuentes M. (2005) en Guatemala, realizó el trabajo de investigación. **Título:** estudio bacteriológico del agua de abastecimiento de la unidad dental y jeringa triple, en clínicas dentales privadas de la ciudad capital de Guatemala. **Objetivo:** determinar y comparar la contaminación bacteriológica y fecal en una muestra de agua tomada de la fuente de abastecimiento de la unidad dental y otra muestra tomada de la jeringa triple de la misma en clínicas dentales privadas de la Ciudad Capital de Guatemala. **Resultados:** revelan que hay contaminación por bacterias coliformes totales y bacterias aeróbicas heterotróficas tanto en la fuente de abastecimiento como en la jeringa triple, lo cual indica que se excede el límite propuesto por la ADA (Asociación Dental Americana) de 200 UFC/ml. Además, también se encontró presencia de *Pseudomona Aeruginosa* en la fuente de abastecimiento y en la jeringa triple. ¹⁴

2.1.2 A nivel nacional.

Liñán J. et al. (2013). En Perú, realizó la investigación. **Título:** Análisis bacteriológico del agua de la fuente de abastecimiento y de jeringa triple de las unidades dentales de clínicas odontológicas en Tarma (Junín), período octubre 2012 - febrero 2013. **Objetivo:** determinar dicha calidad bacteriológica. **Metodología:** se realizó un muestreo en 25 clínicas odontológicas con atención permanente, teniendo 30 muestras de agua: 5 de la fuente de abastecimiento y 25 de la jeringa triple. Se realizó el recuento de bacterias heterotróficas, coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y la presencia de *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando el método de filtración por membrana, Se obtuvo en 5 muestras de agua de la fuente de abastecimiento indicaron la ausencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y < 500 UFC de bacterias heterotróficas. Mientras

que para las 25 muestras de agua de la jeringa triple se obtuvo la presencia de coliformes totales en el 88 % de los consultorios, coliformes fecales en el 32 %, bacterias heterotróficas en el 20 %, Pseudomonas aeruginosa en el 16 % y Escherichia coli en el 8 %. **Resultados:** Es por ello que solo 3 muestras de agua de los consultorios dentales cumplen con los parámetros establecidos por el Minsa. mediante la aplicación de métodos estandarizados se logró determinar que existe un grado de contaminación cruzada bajo en piezas de mano de alta rotación de la Clínica Odontológica N°1 de la Facultad de Odontología de la UNMSM, pero aumenta con la cantidad de pacientes y tiempo de trabajo en la atención odontológica. Así mismo el grado de contaminación cruzada resultó ser mayor al término de la atención en las piezas de alta rotación instaladas en las unidades dentales de la clínica N.º 1 de la Facultad de Odontología de la UNMSM es alta.¹⁵

Díaz E. (2010) En Perú, realizó la investigación. **Título:** condición bacteriológica del agua en la fuente y en la red de distribución de la clínica odontológica de la UCSM, Arequipa 2010. **Objetivo:** determinar la condición bacteriológica. En la cual se recolectaron dos muestras de agua tanto de la red de distribución como de la fuente para la determinación de bacterias o microorganismos patógenos. **Metodología:** En la muestra de la fuente se tomaron por 8 días, 3 veces por semana, en la muestra de la jeringa triple se tomaron por 14 días, por día 3 caños, estos fueron escogidos de forma aleatoria. Se ha empleado como metodología el reglamento de calidad de agua en el Perú para el consumo humano; la técnica para realizar el análisis microbiológico en este estudio de investigación fue la fermentación de tubos múltiples de Wilson,

obteniendo como resultado que no se presentaron Coliformes fecales ni totales.

16

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Agua

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. El agua es el líquido más abundante de la corteza terrestre y uno de los pocos líquidos naturales, debido a sus particulares propiedades físico-químicas, ya que favorece el desarrollo de una gran variedad de procesos químicos y biológicos.⁹

2.2.1.1 Importancia

Es una molécula muy polar, un fenómeno con implicaciones enormes para los sistemas vivientes. Además, las moléculas se asocian mediante enlaces de hidrógeno, una interacción crucial tanto para las propiedades del agua en sí como por su papel como solvente bioquímico.¹⁰

Es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia. Eso se debe, en gran parte, a las uniones intermoleculares.^{9,10} El agua permite la disociación de la mayoría de las sales minerales; es decir, posee un alta constante dieléctrica.¹⁰

Tiene un elevado calor específico, por lo que el hombre puede absorber o perder bastante calor con escasa modificación de la temperatura corporal. Una característica de la que se valen algunos organismos es la tensión superficial, es decir, sus moléculas se ordenan de modo que la superficie libre sea mínima.^{9,10}

2.2.1.2 Clasificación del agua

2.2.1.2.1 Según su procedencia:

Aguas subterráneas

Proceden de un manantial que surge del interior de la tierra o se obtienen de los pozos. Presentan normalmente un grado de contaminación inferior a las superficiales, pero deben tener un tratamiento previo a su consumo.¹¹

Aguas superficiales

Son las que proceden de los ríos, lagos, pantanos o del mar. Para que resulten potables deben someterse a un tratamiento que elimina elementos no deseados, tanto partículas en suspensión como microorganismos patógenos.¹¹

2.2.2 Según la cantidad de minerales

2.2.2.1 Agua potable

Se denomina agua potable a aquella que posee ciertas características químicas, físicas y biológicas aptas para el consumo humano y animal, sin riesgo de que contraigan enfermedades; es decir, el agua que ha sido tratada para consumo humano, regida por estándares de calidad determinados por las autoridades. Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina “potabilización”. Suele consistir en un *stripping* de los compuestos volátiles seguido de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro u ozono.¹²

Para que el agua sea potable debe reunir los siguientes requisitos sanitarios:¹³

- Ser fresca y limpia.
- No tener ni olor ni sabor, aparte del peculiar.

- No exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos.
- No contener microorganismos patógenos, y de los no patógenos solo un límite reducido y determinado.
- Contener determinada proporción de gases disueltos, como oxígeno y otros.
- Contener en disolución sales en una proporción que no exceda de 0,25 g/l. Las más importantes son NaCl, KCl, MgCl₂, Na₂SO₄, y sales de Fe y Ca.

2.2.2.2 Agua blanda

Contiene pocos minerales. Procede de aguas superficiales. El agua más blanda es el agua destilada, que no posee ningún mineral.¹¹

2.2.2.3 Agua dura

Contiene muchos minerales, como calcio y magnesio. Procede de fuentes subterráneas, en las que el agua ha tenido que atravesar diferentes capas de minerales.¹¹

2.2.2.4 Microbiología del agua

Los microorganismos encontrados en el agua de los ríos, lagos y mares son extremadamente diversos. La cantidad y tipo de bacterias contenidas en esta dependerán de las cantidades de materia orgánica disuelta, la presencia de sustancias tóxicas, su contenido salino y factores ambientales como pH, temperatura, entre otros.¹⁴

Los microorganismos más numerosos que pueden albergar las diferentes masas de aguas existentes en nuestro planeta incluyen células eucariotas (algas, protozoarios y hongos), células procariotas (bacterias y cianobacterias) y virus.¹⁵

2.2.2.5 Células eucariotas

Protozoarios

Son organismos formados por una sola célula; pueden ser de vida libre o parásitos, y se dividen en cuatro grupos de acuerdo con su locomoción (movimiento): flagelados, sarcodarios, ciliados y esporozoarios.¹² Frecuentemente, en el agua contaminada con heces, se encuentran dos protozoarios parásitos con incidencia en salud humana, responsables de epidemias, y son los siguientes.

Cryptosporidium Parvum

Es un parásito del hombre y animales de tamaño muy pequeño (2-5 μm). Es redondeado y crece en el interior de las células del epitelio mucoso del intestino y del estómago. Los quistes infecciosos producidos por este protozoo poseen una pared muy gruesa. Los quistes de *Cryptosporidium* son mucho más resistentes a la cloración que los de *Giardia*.¹⁶

Giardia Lamblia

Flagelado con un tamaño de 15 μm . Se transmite al hombre a través de agua contaminada con materia fecal. Las células del protozoo producen un estado de reposo denominado "quiste". Los quistes, al ser ingeridos, germinan y causan giardiasis, que es una de las enfermedades parasitarias de origen hídrico más comunes.¹⁵

Hongos

Los organismos del reino fungi pueden ser unicelulares o multicelulares. Los hongos se reproducen de forma sexual o asexual. Obtienen su nutrición mediante la absorción de su entorno.¹⁶

Algas

Son aerobias y en ambientes con poco oxígeno mueren, flotan y se descomponen, produciendo sabores y olores desagradables. Además, obstruyen los filtros. Estos microorganismos contienen clorofila, para la actividad fotosintética; sin embargo, el color verde puede estar enmascarado por otros pigmentos. Encontramos las siguientes familias de algas:¹⁷

- *Chlorophyta* o algas verdes, que tienen un olor a pescado o a hierba.
- *Cyanophyta* o algas verdes azuladas, con olores desagradables que pueden producir sustancias tóxicas.
- *Chrysophyta*, son de color amarillo verdoso y a menudo generan olores aromáticos (geranios) o huelen a pescado (por ejemplo: *Aulococeira* y *Cyclotella*).

2.2.2.6 Células procariotas

Bacterias

Las bacterias que se encuentran en el agua pueden agruparse en tres clases: bacterias naturales del agua, bacterias del suelo y bacterias de origen intestinal. Entre ellas tenemos:¹⁸

Bacterias Gram positivas

No representan un grupo muy difundido en agua; sin embargo, incluyen algunos patógenos humanos aislados, especialmente de aguas subterráneas.¹⁷

Los cocos más comunes pertenecen a los géneros *Micrococcus* spp., *Staphylococcus* spp. y *Streptococcus* spp. El género *Streptococcus* spp. incluye a *Enterococcus faecalis*, patógeno humano que habita normalmente en el intestino

de hombres y animales, por lo que es un indicador de contaminación fecal de aguas.⁹

Las bacterias esporulantes, pertenecientes a los géneros *Bacillus* spp. y *Clostridium* spp., presentan metabolismo aeróbico y anaeróbico, respectivamente. A partir de suelos y acuíferos aeróbicos se aíslan especies incluidas en el género *Bacillus* spp.; y, a partir de suelos, sedimentos, aguas subterráneas anaerobias y última porción del tracto intestinal de animales se pueden encontrar especies de *Clostridium* spp.^{15,17}

Virus

El 87 % de las enfermedades virales transmitidas por el agua son causadas por el virus de la hepatitis (adenovirus y rotavirus).¹⁷

Bacterias Gram negativas

Entre las especies que se han aislado de aguas, podemos mencionar a las pertenecientes a los géneros *Pseudomonas* spp., *Flavobacterium* spp., *Gallionella* spp., *Aeromonas* spp., *Vibrio* spp., *Achromobacter* spp., *Alcaligenes* spp., *Bordetella* spp., *Neisseria* spp., *Moraxella* spp., *Acinetobacter* spp. y *Enterobacteriaceae*.¹⁷

Enterobacteriaceae

Son bacilos no esporulados, no móviles y, si lo son, por flagelos de inserción peritrica. Con requerimientos nutricionales relativamente simples, fermentan la glucosa por vía glucolítica dando ácidos como producto final.¹⁷

Son los más importantes dentro de los anaeróbicos facultativos, y su presencia en agua está asociada a contaminación fecal.¹¹ Proviene de la flora normal del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente. Entre ellos tenemos:¹⁸

- **Escherichia coli:** Habitante normal del intestino humano, es utilizado como indicador de contaminación fecal de aguas.¹⁸
- **Grupo Vibrio:** Está integrado por bacilos curvados, anaerobios facultativos, poseen flagelos polares, aunque algunos son peritricos. *Vibrio cholerae*, especie más representativa de este género, es patógeno para humanos y responsable del cólera. Su transmisión es casi exclusivamente por vía hídrica.¹⁸
- **Pseudomonas:** Son bacilos psicrófilos, presentan flagelos peritricos, producen pigmentos (verde, azul verdoso, rojo, marrón) y no forman esporas, siendo *Pseudomonas aeruginosa* la de mayor relevancia sanitaria, por ser un patógeno oportunista. Su presencia en sistemas de almacenamiento, tanques y cisternas responde a un estado deficiente de dichas instalaciones.¹⁷
- **Flavobacterium:** Es un género ampliamente distribuido en aguas y suelos. No ha sido encontrado en sedimentos de acuíferos profundos, pero sí en las aguas que se extraen de ellos. Por esta razón, se duda si las flavobacterias se encuentran naturalmente en un acuífero o simplemente colonizan el pozo luego de su perforación. Son bacilos que se caracterizan por falta de movilidad y producción de pigmentos de color amarillo.^{15,17}

2.2.2.7 El agua como vehículo de enfermedades

De los diferentes factores que se han asociado con el riesgo de enfermarse en cualquier época de la historia, el agua ha sido uno de los que ha despertado mayor interés.¹⁹

El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas.¹³

La importancia del agua como elemento de transmisión de enfermedades infecciosas se basa fundamentalmente en dos factores:¹⁹

- Es susceptible de ser contaminada por agentes patógenos.
- Su consumo es universal.

También existe una considerable variabilidad en la inmunidad de las personas, ya sea adquirida por contacto con un agente patógeno o determinada por factores como la edad, el sexo, el estado de salud y las condiciones de vida.¹³

Numerosas enfermedades se transmiten por el agua, como las siguientes:²⁰

Parasitosis humana

Las parasitosis intestinales, como las infecciones del tubo digestivo, se relacionan estrechamente con el nivel sanitario de la población, sus hábitos higiénicos y alimentarios, así como el empleo de agua potable y de sistemas adecuados de eliminación de las heces. Son padecimientos muy frecuentes en todo el mundo, y afectan tanto a niños como a adultos. Su diagnóstico y tratamiento son relativamente fáciles, aunque su prevención y eliminación no lo son tanto.²⁰

Salmonelosis o fiebre tifoidea

La salmonelosis es la infección con una bacteria llamada *Salmonella*. La mayoría de las personas infectadas con *Salmonella* contraen diarrea, fiebre y calambres abdominales de 12 a 72 horas después de la infección. La enfermedad dura de 4 a 7 días y la mayoría de las personas se recuperan sin tratamiento. En otros pacientes, la infección con *Salmonella* puede propagarse de los intestinos a la corriente sanguínea y, después, a otras partes del cuerpo, y puede ocasionar la muerte, a menos que la persona reciba tratamiento expedito con antibióticos.²⁰

Diarrea-gastroenteritis

Gastroenteritis es el término que se aplica en general a un grupo de trastornos cuya causa son las infecciones y la aparición de síntomas como pérdida de apetito, náuseas, vómitos, diarrea moderada a intensa, retortijones y malestar en el abdomen. Aunque se trata de un ligero contratiempo en los adultos sanos, un desequilibrio electrolítico puede provocar una deshidratación en las personas muy enfermas, en niños y en ancianos.²⁰

Shigelosis

La shigelosis (disentería bacilar), una infección intestinal que produce diarrea intensa, es causada por la bacteria *Shigella*. Es causante de la disentería en todo el mundo y es responsable del 5 al 10 % de las enfermedades diarreicas producidas en muchas áreas. La infección se transmite por contacto con las heces de personas infectadas.²⁰

Cólera

El cólera es una enfermedad aguda, diarreica, provocada por infección intestinal por la bacteria *vibrio cholerae*. Una persona puede adquirir cólera bebiendo agua

o comiendo alimentos contaminados con la bacteria. La infección generalmente es benigna o asintomática, pero, a veces, puede ser grave. Las bacterias del cólera producen una toxina que hace que el intestino delgado secrete inmensas cantidades de líquido rico en sales y minerales.²⁰

Amebiasis

La amebiasis es una infección del intestino grueso causada por la *entamoeba histolytica*, un parásito unicelular. El ciclo vital de la *entamoeba* depende de la excreción de los quistes en las heces y de la subsiguiente ingestión en otro huésped (transmisión persona-persona). En cuanto a la edad, se ha encontrado mayor frecuencia en escolares y preescolares, siendo menor en lactantes.²⁰

Giardiasis

La giardiasis es una infección del intestino delgado causada por *giardia lamblia*, un parásito unicelular que vive en el intestino de las personas y de los animales, y se transmite en las heces de una persona o animal infectado. Durante las dos últimas décadas, el organismo *giardia* se ha reconocido como una de las causas más comunes de la enfermedad transmitida por el agua (para beber y para recreación) en los seres humanos. La giardiasis ocurre en todo el mundo; es especialmente frecuente entre los niños y en sitios en que las condiciones sanitarias son deficientes.²⁰

2.2.2.8 Indicadores de la calidad del agua

Un organismo es considerado indicador de la calidad de agua cuando se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es superior o ligeramente similar al resto de los organismos

con los que comparte el mismo hábitat. Es por ello que permite medir la eficacia de un proceso.¹³

Según las guías para la calidad del agua, los parámetros recomendados para el monitoreo mínimo del agua son aquellos que permitan evaluar la calidad higiénica de ella, y, por lo tanto, del riesgo de transmisión de enfermedades; es por ello que los parámetros fundamentales de la calidad del agua son *escherichia coli* (detección de coliformes termotolerantes) y residuo del cloro.¹³

El uso de la presencia de microorganismos indicadores como indicio de contaminación fecal es una práctica bien establecida en la evaluación de la calidad del agua de consumo.²¹ Los indicadores de contaminación fecal, además de no ser patógenos, deben cumplir los siguientes criterios:¹³

- Estar universalmente presentes, en grandes concentraciones, en las heces de personas y animales.
- Tener una persistencia en agua similar a la de los agentes patógenos fecales.
- Estar presentes en concentraciones mayores que las de los agentes patógenos fecales.
- Responder a los procesos de tratamiento de forma similar a los agentes patógenos fecales.
- Detectarse fácilmente mediante métodos sencillos y baratos.

Los microorganismos indicadores de contaminación fecal son bacterias fácilmente cultivables e identificables en el laboratorio. Proviene del intestino humano o de otros animales de sangre caliente. Es por ello que su identificación se interpreta como sinónimo de contaminación fecal.²²

Se recurre a emplear las bacterias indicadoras asociadas con la contaminación de materia fecal. Los grupos de microorganismos más ampliamente usado son los siguientes:¹⁹

Bacterias termotolerantes

Presentan las mismas características que los coliformes totales, pero son capaces de fermentar la lactosa a 44-45 °C, y son conocidas también como coliformes termorresistentes.¹³ En este grupo, la principal bacteria de identificación es *Escherichia coli*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *citrobacter* spp., *klebsiella* spp. y *enterobacter* spp. también son termotolerantes.¹³

Escherichia coli es considerada flora normal del aparato digestivo del hombre y de diversos animales, pero al mismo tiempo es una enterobacteria que provoca sepsis bacteriana, meningitis neonatal, infección del tracto urinario y gastroenteritis.¹⁹

Escherichia coli se puede distinguir de los demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β -glucuronidasa. Además, su hallazgo se considera indicativo de contaminación fecal.¹³

Bacterias heterotróficas

El recuento de heterótrofos en placa detecta un amplio espectro de microorganismos heterótrofos, incluidos bacterias y hongos, basándose en la capacidad de estos microorganismos de crecer en medios ricos en nutrientes, sin agentes selectivos ni inhibidores, durante un período de incubación específico y a una temperatura definida.²⁵

Las bacterias heterotróficas son los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica contaminante del agua y de los desechos orgánicos en los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales.¹³

El análisis de este tipo de bacterias puede utilizarse en el monitoreo como indicador de tratamiento y desinfección del agua. Al mismo tiempo, se pueden usar para evaluar la limpieza e integridad de los sistemas de distribución, así como la presencia de biopelículas.^{13,23}

Coliformes totales

Incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gram negativos y no esporulantes, capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares, fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35-37 °C. Los coliformes totales producen, para fermentar la lactosa, la enzima β -galactosidasa.¹³

Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *escherichia* spp., *citrobacter* spp., *klebsiella* spp. y *enterobacter* spp., pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros, como *serratia* spp. y *hafnia* spp. El grupo de los coliformes totales incluye especies fecales y ambientales.¹⁰ Sin embargo, bajo estas condiciones, pueden aislarse especies de estos géneros no relacionados con materia fecal, por lo que se requiere de otros indicadores más específicos.^{13,22} Se utilizan como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas.¹³

2.2.2.9 Relevancia de su presencia en el agua

Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento realizado es inadecuado. La presencia de coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una proliferación y posible formación de biopelículas, o contaminación de materias extrañas.¹³

Pseudomonas aeruginosa

Es un microorganismo común en el medio ambiente y puede encontrarse en las heces, el suelo, el agua y las aguas residuales. Puede proliferar en ambientes acuáticos, así como en la superficie de materias orgánicas propicias en contacto con el agua. Es considerada una fuente conocida de infecciones intrahospitalarias y puede producir complicaciones graves. Se ha aislado en gran variedad de ambientes húmedos, como fregaderos, baños de agua, sistemas de distribución de agua caliente, duchas y bañeras de hidromasaje.¹³ Es sensible a la desinfección, por lo que una limpieza adecuada puede minimizar su entrada en los sistemas de distribución. Las medidas de control diseñadas para limitar la formación de biopelículas, la restricción del tiempo de residencia del agua en los sistemas de distribución y el mantenimiento de concentraciones residuales de desinfectantes deberían reducir la proliferación de estos microorganismos.^{13,24}

2.2.2.10 Métodos de análisis bacteriológico del agua

Estos métodos consisten en análisis rutinarios para determinar la presencia de coliformes en el agua. Las bacterias coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas; por ello, su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana.¹⁸ Para determinar la calidad bacteriológica del agua se utilizan varias técnicas, entre las cuales las

más usadas son el método de fermentación en tubos múltiples, el de filtro de membrana y el de recuento en placa.¹⁸

Filtración por membrana (FM)

La técnica se fundamenta en la filtración de un volumen conocido de la muestra o de sus diluciones, a través de una membrana de poros muy pequeños (0,22 a 0,45 μm de diámetro) que pueden retener los microorganismos.¹⁸

Este filtro se transfiere después a una placa de Petri que contiene el medio de cultivo adecuado, donde las colonias surgen de las bacterias presentes en la superficie del filtro. Las colonias formadas por estas bacterias son características cuando se utiliza un medio nutritivo diferencial.¹⁶

Recuento en placa

El método de recuento en placa se basa en que cada bacteria crece y se divide para producir una sola colonia. Cuando se realiza el recuento en placa es importante que crezca solo un número limitado de colonias en la placa. Por otro lado, cuando hay demasiadas colonias, algunas células se encuentran apiñadas y no pueden desarrollarse, siendo causa de inexactitudes en el recuento. Es por ello que se realizan diluciones seriadas para expresar los resultados como unidades formadoras de colonias (UFC).¹⁶

Método de fermentación en tubos múltiples

Este método determina la presencia y el número de bacterias coliformes mediante la siembra de una serie de porciones de un volumen determinado de muestra en tubos que tienen un medio favorable de cultivo.¹⁹ El método de los tubos múltiples se basa en leyes de probabilidades y se utiliza para obtener una

estimación del número de bacterias en una muestra que se expresa como el número más probable (NMP).¹⁹

Consiste en la inoculación de volúmenes decrecientes de la muestra en un medio de cultivo adecuado para el crecimiento de las bacterias investigadas; cada volumen es inoculado en una serie de tubos.¹⁶ Tras incubar, se observa turbidez, cambio de color o producción de gas, según los casos, obteniendo un valor numérico que, a través de las tablas, indica la cifra más probable de microorganismos en la muestra.¹⁰ La combinación de resultados negativos y positivos permite estimar la densidad original de bacterias (NMP), debido a la aplicación de cálculos de probabilidades.¹⁶

En la determinación existen tres fases; presuntiva, confirmativa y de análisis completo.¹⁶

Determinación del cloro libre

El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad adecuada, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro la salud de las personas.²⁴

Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedará un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; esto se llama cloro libre o residual. El cloro libre permanece en el agua hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación.^{24,25}

Es por ello que, si se analiza el agua potable y se encuentra que todavía existe cloro libre en ella, se comprueba que la mayoría de los organismos peligrosos ya fueron eliminados de ella y, por lo tanto, es seguro consumirla. A este procedimiento se le conoce como medición del cloro libre o residual.²⁵ Los métodos más sensibles para determinar la presencia del cloro en el agua potable son colorimétricos. Para el caso del cloro libre se emplea el método DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina).²⁵

Este método fue usado en la investigación para confirmar que el agua utilizada en las unidades dentales para los procedimientos odontológicos es potable. La determinación del cloro libre se basa en que este reacciona con el reactivo DPD para producir un complejo de color rosa. Esto se debe a que el DPD oxida el cloro, cuya intensidad es directamente proporcional a la concentración de cloro presente en el agua.^{24,25}

Medios de cultivo

Un medio de cultivo es un sustrato o solución de nutrientes en el que crecen y se multiplican los microorganismos en el laboratorio. El objetivo es aislar diferentes especies bacterianas, luego proceder a su identificación y llevar a cabo una serie de estudios complementarios.²⁶

Para promover el desarrollo microbiano, los medios de cultivo deben reunir ciertos requisitos:²⁷

- Contener nutrientes adecuados.
- Poseer humedad suficiente.
- Tener un pH ajustado.
- Estar estéril inicialmente.

Medios utilizados

Los medios que se utilizaron en los análisis de las muestras de agua fueron los siguientes:

Agar cetrimide

La fórmula de este medio está desarrollada para favorecer la selección de *pseudomonas aeruginosa* y estimular la formación de pigmentos. La peptona sirve como fuente de nitrógeno, y el glicerol se utiliza como fuente de carbono y energía. La producción de piocianina se estimula mediante el cloruro de magnesio y el sulfato potásico en el medio. La cetrimida es un detergente catiónico que actúa como agente inhibidor. Libera el nitrógeno y el fósforo de las células de casi toda la flora acompañante, aunque inhibe también algunas especies de *pseudomonas*.²⁸

Agar endo

Es un medio ligeramente selectivo y diferencial para el aislamiento y la diferenciación de la familia *enterobacteriaceae* y diversos bacilos gram negativos. Su selectividad se debe a la combinación del sulfito de sodio con fucsina básica, lo cual ocasiona la inhibición de los microorganismos Gram positivos.²⁶

Los coliformes fermentan la lactosa, produciendo colonias color rosa oscuro a rojizo con un brillo metálico verdoso iridiscente y una coloración similar en el medio. Las colonias de microorganismos que no fermentan la lactosa son incoloras o de color rosa pálido en contraste con el fondo rosa claro del medio.²⁶

Caldo peptonado

Es un agua peptonada que permite en forma específica, mediante la adición del reactivo de Kovacs, comprobar la producción de INDOL por parte de algunas bacterias.³¹

Caldo rojo de metilo, Voges-Proskauer (MR-VP)

Es un medio utilizado para diferenciar las bacterias coliformes. La pluripeptona aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano y la glucosa es el hidrato de carbono fermentable.²⁸

La prueba de Voges-Proskauer está relacionada con la prueba de rojo de metilo. Cuando al cultivo se le trata con KOH y se le deja en reposo, da lugar a una reacción colorimétrica. Esta reacción colorimétrica se debe a la presencia de carbinol de metilo acetil (3-hydroxi-2-butanona) a partir de la dextrosa.²⁸

Los organismos coliformes degradan el azúcar y producen una alta acidificación que es constante, mientras que el grupo de aerogenes produce una reacción mucho menos ácida, y con una posterior incubación se hace alcalina. Esta diferencia en la acidificación puede ser reconocida por la adición del indicador rojo de metilo (presenta un color amarillo por encima de pH 5,1 y toma el color rojo por debajo de pH 4,4). A esta prueba se le conoce como la reacción roja de metilo.^{28,29}

Agar base para coliformes fecales (m-FC)

Es un medio selectivo de bacterias coliformes fecales. Contiene agentes selectivos y diferenciales. La triptosa y la proteasa peptona proporcionan nitrógeno, carbono y minerales. El ácido rosólico inhibe el crecimiento de bacterias en general, excepto para coliformes termotolerantes.²⁷

Las sales biliares inhiben las bacterias no entéricas. El extracto de levadura es una fuente de vitaminas y oligoelementos. El cloruro de sodio mantiene el equilibrio osmótico. Por otro lado, el azul de anilina indica la capacidad de los coliformes termotolerantes de fermentar la lactosa a ácido que causa un cambio de pH en el medio.²⁷

La utilización de la lactosa (colonias de color azul) es la base para la identificación de coliformes termotolerantes.^{27,29}

Agar plate count

Es un medio libre de sustancias inhibidoras e indicadores, para la determinación del número total de gérmenes en leche, productos lácteos y agua. La peptona de caseína proporciona aminoácidos y otras sustancias nitrogenadas complejas necesarias para apoyar el crecimiento bacteriano.²⁸ El extracto de levadura abastece principalmente las vitaminas del complejo B y la dextrosa es una fuente de energía.²⁸

Agar citrato de Simmons

En el medio de cultivo, el fosfato monoamónico es la única fuente de nitrógeno y el citrato de sodio es la única fuente de carbono. Ambos componentes son necesarios para el desarrollo bacteriano. Las sales de fosfato forman un sistema *buffer*, el magnesio es cofactor enzimático. El cloruro de sodio mantiene el balance osmótico, y el azul de bromotimol es el indicador de pH, que vira al color azul en medio alcalino.³⁰

El medio de cultivo es diferencial en base a que los microorganismos capaces de utilizar citrato como única fuente de carbono, usan sales de amonio como única

fuentes de nitrógeno, con la consiguiente producción de alcalinidad. Por lo tanto, el medio de cultivo cambia de color de verde inicial a azul oscuro.^{26,30}

2.2.2.11 Clasificación

Los medios de cultivo pueden clasificarse según diferentes criterios:²⁷

Por su estado físico:

- **Sólidos:** Llamados comúnmente “agar”, se obtienen añadiendo a un medio de cultivo líquido una sustancia gelificante como el agar al 1,5-2 %. Son utilizados para aislar e individualizar los distintos tipos de microorganismos presentes en una muestra.^{26,27}
- **Semisólidos:** Son medios de cultivo líquidos con el agregado de agar al 0,3-0,5 %. Son utilizados para determinar la motilidad de los gérmenes.²⁷
- **Líquidos:** Comúnmente llamados “caldos”, están constituidos por nutrientes en solución acuosa. Utilizados para el mantenimiento de los microorganismos.²⁷

Por su origen

- **Medios naturales:** Se obtienen a partir de sustancias naturales animales o vegetales. Su composición no es rigurosamente constante.²⁶
- **Medios sintéticos:** Sus componentes están químicamente definidos y contienen nutrientes que permiten el desarrollo de la mayoría de los microorganismos no exigentes.²⁷
- **Medios semisintéticos o complejos:** Se obtienen cuando a los medios sintéticos se les agregan factores de crecimiento (por ejemplo, extracto de levadura, de carne o de vegetales). Utilizados para el cultivo de la mayoría de los microorganismos heterótrofos.²⁷

Por su utilidad

- **Medio de transporte:** Son medios que aseguran la viabilidad de los microorganismos desde el momento de la toma hasta su procesamiento en el laboratorio. Se trata de medios poco nutritivos, líquidos o semisólidos que no deben potenciar el crecimiento microbiano. Otros son reductores, para inhibir las reacciones enzimáticas autodestructivas dentro de las células y evitar los efectos letales de la oxidación.^{26,27}
- **Medios generales o comunes:** Contienen las sustancias nutritivas mínimas para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos metabólicamente no exigentes.²⁷
- **Medios diferenciales:** Permiten la diferenciación de colonias de microorganismos semejantes, sobre la base de alguna propiedad bioquímica del germen desarrollado. Además, se les adicionan sustancias para que solo crezcan determinadas bacterias y, al actuar sobre algunas de las sustancias adicionadas, permiten diferenciar sus colonias de otras de especies diferentes.^{26,27}
- **Medios enriquecidos:** Favorecen el crecimiento de ciertos microorganismos exigentes de acuerdo a sus requerimientos nutritivos e inhiben parcialmente al resto de los gérmenes. Se añaden ciertos componentes como sangre, suero, huevo, glucosa, vitaminas, etc.^{26,27}
- **Medios selectivos:** Permiten el crecimiento de determinado tipo de microorganismos, mientras que inhiben el desarrollo del microbiota.²⁷

2.2.3 Unidad dental

La unidad dental o sillón dental es equivalente a una serie de elementos que ayudan a la recuperación dental a través de técnicas o métodos que realiza el

odontólogo, en el cual se efectuarán los diferentes tratamientos o procedimientos al paciente, donde ofrece a éste y al profesional la comodidad y la posición ergonómica adecuada a la hora de atenderlo.

Es la columna de la que salen los brazos que llevan acoplados la lámpara de luz halógena y la mesilla auxiliar. En ella se encuentran una serie de mangueras que engloban las conducciones eléctricas, de aire y de agua necesarias para el funcionamiento del instrumental rotatorio y la jeringa de aire-agua o jeringa triple. En función del modelo del sillón, puede llevar acoplados otros accesorios.^{31,32}

2.2.3.1 Tratamiento del agua

2.2.3.1.1 Procesos en el tratamiento del agua

Sedimentación

También conocida como la clarificación, es la eliminación de las partículas en suspensión, los flóculos químicos, los precipitados y otros sólidos sedimentables por efecto de la gravedad. De forma simple se puede decir que separa el líquido de los sólidos.³⁰

Ablandamiento del agua

Los métodos más frecuentes para reducir la dureza del agua son la descarbonatación en las depuradoras grandes y el intercambio iónico en las depuradoras pequeñas.³¹

Desbaste o cribado

Es el primer paso importante en el agua que contiene sólidos gruesos.

Se define como el proceso por el cual los sólidos en suspensión de tamaño grande, se eliminan del agua antes de entrar en la factoría.³²

Filtración

Algunas veces llamado proceso de pulido porque implica la eliminación de partículas en suspensión, haciendo pasar el agua por una capa de material poroso o granular, arena, por ejemplo. A medida que el agua fluye a través del filtro se atrapan las partículas en suspensión.³¹

Floculación

Se realiza para acelerar el proceso de sedimentación. Es la agrupación de las partículas coaguladas en el proceso de coagulación. Es un mecanismo principal en la eliminación de la turbidez del agua.³²

Coagulación

Consiste en la sedimentación de los sólidos en suspensión formados por material muy pequeño, en lagunas o balsas de sedimentación (también conocidas como clarificadores o depósitos de asentamiento). Como coagulantes se pueden utilizar diferentes productos químicos. Los más utilizados son los basados en aluminio.³²

Desinfección

Proceso que inactiva los organismos patógenos en el agua mediante químicos o agentes equivalentes.

No supone eliminación de formas de resistencia.

Puede ser:

- **Primaria:** Con la cual se matan los quistes de giardia las bacterias y los virus.

- **Secundaria:** Es el mantenimiento del desinfectante residual, que evita vuelvan a crecer microorganismos en las tuberías de distribución entre la planta depuradora y el consumidor.³³

2.2.1.1 Sistema de tratamiento de agua para las unidades dentales:

2.2.1.1.1 Sistemas auto-contenedores de agua:

Estos sistemas hacen referencia a suministros o reservorios independientes de líquido, aislados de la unidad, en los cuales se puede proveer agua con soluciones químicas desinfectantes. Si dichas soluciones no son empleadas u otros medios físicos para inactivar las biopelículas, no es posible garantizar buena calidad de agua.³²

Algunos agentes químicos pueden prevenir o inactivar la biopelícula si se utilizan en las líneas de agua, de manera intermitente o de forma continua, a través de sistemas de liberación automática. La compatibilidad de estos desinfectantes químicos con algunos materiales dentales y los efectos que pueden producir en los tejidos orales han sido temas recientes de investigación. Para garantizar la efectividad y seguridad de los productos, la ADA ha iniciado un programa para desarrollar una especificación respecto a los agentes antimicrobianos en las líneas de agua.³²

El hipoclorito de sodio en varias diluciones ha sido el compuesto más estudiado para el tratamiento intermitente de las líneas de agua; aunque es una sustancia segura y efectiva, puede dañar metal y materiales sintéticos empleados en la fabricación de las unidades. Han surgido otras alternativas para este fin como el uso de soluciones a base de peróxido de hidrógeno, gluconato de clorhexidina y yodóforos.³¹

Purificadores de agua

El mecanismo de acción de estos purificadores utiliza radiaciones ultravioletas, filtración o ambos para remover o inactivar los microorganismos. Debido a que la fuente de agua circula por los tubos ya colonizados en la unidad dental, esto mejora muy poco la calidad del líquido.³²

Las estrategias que combinen distintas modalidades como filtración, tratamiento químico y control de la fuente de agua representan la mejor alternativa para optimizar su calidad en las unidades.³⁴

Recomendaciones de la ADA con respecto al agua

Actitud agresiva y ambiciosa para fomentar que la industria y la comunidad investigadora mejoren el diseño del equipamiento dental. Evitar el uso de agua de las unidades dentales para irrigación en operaciones de cirugía que impliquen exposición ósea. Implicando el uso de sistemas de aporte de agua estéril.³³

Las piezas de mano deben de ser purgadas cada mañana y entre pacientes. El uso de barreras como el dique de goma sirve al paciente para reducir el contacto directo con el agua y al profesional el uso de gafas, mascarillas y escudos faciales. Mejorar la calidad del agua mediante sistemas de tratamiento especial para unidades dentales las cuales deben ser autorizadas por la FDA.³³

Estos Sistemas de tratamiento de agua para las unidades dentales pueden ser:

Sistemas como el que añade al agua entrante un bajo nivel de solución antimicrobiana (formada por H₂O₂ y plata) para desinfectar el agua al pasar por los conductos de la unidad.

Sistema combinado de filtración y tratamiento químico por yodación del agua antes de que entre en la unidad dental.³⁵

2.3 Marco Conceptual

- **Estudio bacteriológico**

Serie de estudios que analiza y clasifica a los microorganismos de varias formas en el campo de la medicina, los cuales se dividen en aquellos que son peligrosos para los seres vivos y los que no son, se realizan un estudio en el que se establecen cuáles son los peligros y curas ante una posible infección.

- **Agua**

Compuesto que se forma a partir de la unión mediante enlaces covalentes, de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno; su fórmula molecular es H₂O y se trata de una molécula muy estable. Sustancia elemental que permite la vida en nuestro planeta, líquido incoloro, inodoro e insípido que en grandes masas adquiere un color azul.

- **Fuente de suministros**

Se entiende por fuente de suministros de agua aquel punto o fase de ciclo natural del cual se desvía o aparta temporalmente para ser usada regresando finalmente a la naturaleza. Para el abastecimiento público del agua se usan comúnmente tanto los recursos superficiales como subterráneos. Las razones para elegir una u otra son muchas, e incluyen consideraciones tales como la calidad, cantidad disponible, la seguridad del abastecimiento y el costo de construcción y operación.

- **Jeringa triple**

Es un accesorio de la unidad dental. Por ser un equipo de fácil manejo, que puede acoplarse a cualquier tipo de equipo, observando las instrucciones del fabricante para el uso apropiado. Este equipo se utiliza en los procedimientos dentales, intra o extra bucales, especificando para limpieza, secad, riesgo y humidificación, ya sea por aire, agua o una combinación de ambos (spray).

- **Unidades dentales**

Es una máquina de herramienta electro-hidráulica. Puede articularse según convenga a las distintas intervenciones. Puede variar mucho de elementos, modelos, accesorios disponibles. Permite al dentista y al auxiliar hacer su trabajo lo mejor posible, dispone de reguladores de posiciones de respaldo y de altura general del equipo de controla con un pedal que se acciona con el pie.

- **Clínica dental**

Establecimiento especializado en tratamientos odontológicos destinado a proporcionar asistencia a determinados problemas de salud bucal y estética dental.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

El estudio bacteriológico del agua es significativo en las unidades dentales durante los meses octubre-diciembre, Abancay, 2018.

3.1.2 Hipótesis Específicas.

1. El número de bacterias coliformes totales y termotolerantes es elevado en el suministro de agua (botella) de tres unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018.
2. El número de bacterias totales y termotolerantes es elevado en el suministro de agua (jeringa triple) de tres unidades dentales durante los meses octubre - diciembre, Abancay, 2018.
3. Existe mayor cantidad de bacterias en los dos suministros (botella y jeringa triple) de coliformes totales y termotolerantes de tres unidades dentales durante los meses de octubre - diciembre, Abancay, 2018.

3.2 Método

3.3 Tipo de nivel de la investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativa debido a la cuantificación de las diferentes bacterias encontradas en el agua de la fuente de suministros de la Clínica Dental Especializada durante el 2018.

3.4 Nivel de investigación.

El nivel de investigación del presente trabajo de investigación es de tipo exploratorio, debido a que busca explicar la causa de un fenómeno de la fuente de suministros de las unidades dentales de la Clínica Dental Especializada de la provincia de Abancay.

3.5 Diseño de investigación

El diseño de investigación es: observacional, transversal, descriptivo de corte prospectivo.

ESQUEMA



Donde:

M = Muestra

O = Observación de la muestra

3.6 Población y Muestra de la investigación

Población- Universo

El Universo del presente trabajo de investigación serán los suministros de agua de 33 unidades dentales de la Clínica Dental de la UTEA, así como las jeringas triples, durante los meses de octubre- diciembre 2018.

Muestra

La muestra estará representada por 03 unidades dentales de la Clínica Dental, el tipo de muestreo es de tipo no probabilístico de forma específica por conveniencia.

3.7 Operacionalización de variables

Variable independiente:

Estudio Bacteriológico

Estudio en el cual consiste en estimulación el crecimiento de bacterias. Variable cualitativa dicotómica medida en escala interválica y toma las siguientes los valores:

- | | | |
|--|---|----------|
| ✓ Coliformes totales (NMP/100ml) | } | PRESENTE |
| ✓ Coliforme Termotolerantes (NMP/100 ml) | | AUSENTE |

Variable dependiente:

Unidades Dentales:

Se refiere a la máquina de herramienta electro-hidráulica, puede articularse según convenga a las distintas intervenciones, pueden variar mucho de elementos, modelos, accesorios disponibles, compuesto por aspiradora, sillón dental, escupidera o salivadera, lámpara de iluminación, bandeja de instrumental y jeringa triple. Variable de tipo cualitativa medida en escala nominal, y presenta los siguientes valores:

- Botella que contiene agua.
- Jeringa triple.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	DEFINICION	INDICADOR	TIPO	ESCALA	VALOR
	CONCEPTUAL		OPERACIONAL				
Estudio Bacteriologico del Agua	Estudio parte de la microbiologia que tiene por obeitivo primordial el analisis de bacterias de alguna superficie.	Coliformes Totales	La presencia de estas enterobacterias en el agua indica la contaminacion con aguas negras	NMP	Cuantitativa	Intervalica	>1.8/100 ml <1.8/100ml
		Coliformes Termotolerantes	sub-grupo de coliformes totales capaces de fermentar la lactosa a 44.5º C				
Unidad Dental	Máquina de herramienta electro-hidráulica, puede articularse según convenga a las distintas intervenciones, pueden variar mucho de elementos, modelos, accesorios disponibles,	Botella de recoleccion de agua	Contenedor de agua que se ubica en la parte inferior del sillón dental hacia la jeringa triple	UNIDAD	Cuantitativa	Intervalica	1 2 3
		Jeringa Triple	elemento de aire, agua y rocío se logra mediante dos pulsos. Limpia cavidades después de procedimientos				

3.8 Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.8.1.1 Técnica

La técnica que se utilizará en el presente trabajo de investigación será la de observación de forma directa debido a la inspección del estudio bacteriológico en el agua.

- ✓ Identificación de los grupos:
 - Grupo A: muestras de agua de la fuente de suministros (botella de la unidad dental)
 - Grupo B: muestras de agua de la jeringa triple
- ✓ Criterios de selección:
 - Las muestras que serán tomadas tendrán un mínimo de 1-3 mm. – para el grupo A.
 - Las muestras que serán tomadas también tendrán un mínimo de 1-3mm de jeringas triples usadas con frecuencia por los estudiantes de la Clínica Dental-UTEA.
- ✓ Tamaño de los grupos:
 - Para el grupo A: será necesarios una toma de muestra de 03 debido al número de unidades dentales de la Clínica de la UTEA.
 - Para el grupo B: serán necesarios una toma de muestras de 03 debido al número de unidades dentales en la Clínica Dental.

3.8.2 Procedimientos

3.8.2.1 Preparación de frascos usados

- Los frascos que se utilizarán para la toma de muestras serán de vidrios con una capacidad de 500 ml de preferencia de boca ancha.
- Una vez tomados las muestras de la fuente de suministros (botella) y de la jeringa triple se envolverá con papel aluminio y se someterá a la esterilización en autoclave durante 45 minutos (121°C)

3.8.2.2 Recolección de las muestras:

- **Para el Grupo A:** las muestras tomadas que serán un numero de 03 serán tomadas durante 5 días con una frecuencia de 3 veces por semana.
- **Para el Grupo B:** las muestras tomadas que será tomadas un numero de 03, que serán tomadas durante 14 días.

CARACTERISTICAS DE AMBOS GRUPOS:

- Antes de la toma de muestras el investigador tendrá que lavarse las manos hasta el antebrazo con agua y jabón, se colocara guantes, barbijo, con todas las medidas de bioseguridad.
- Se retirará la tapa del frasco transparente evitando de todas las formas un cierto tipo de contaminación, se tomará la muestra sin llenar todo el frasco.
- Todos los frascos deberán estar debidamente identificados, se les colocarán etiquetas tales como: fecha - lugar - número - grupo - número de unidad de análisis.

- Luego se procederá al transporte de dichos frascos al laboratorio en un medio de transporte adecuado (porta vacunas) se deberá considerar todas las indicaciones por el biólogo.

TOMA DE MUESTRA PARA EL GRUPO A-B:

- Se recolectará con una pipeta del frasco y/o botella de la unidad dental.
- Para el grupo B se limpiará el orificio de la jeringa triple con una gasa estéril o torunda impregnada con alcohol se dejará correr el agua aproximadamente 3min.
- Para la evaluación se quitará la tapa y el protector de papel evitando que se contamine para lo cual será necesario realizar con sumo cuidado.
- Se deberá dejar espacio libre para la agitación de la muestra previa al análisis.
- Para la prueba presuntiva de coliformes se utilizará el caldo de Mac conkey para lo cual la siembra se realizará.

3.9 Descripción de instrumentos

En cuanto a la recolección de datos y el instrumento a utilizar se realizará con una ficha de registro laboratorial.

3.9.1 Equipo

Los equipos necesarios del laboratorio para hacer el estudio bacteriológico. Que se detallan a continuación: frascos de vidrio, tubos de ensayo, placas Petri, probeta, trípode, micropipetas, etc.

Procesamiento de las muestras

Cuando se usa la técnica de fermentación de tubos múltiples, el grupo coliforme se define como: bacterias Gram negativas, anaerobias facultativas, no esporuladas, en forma de bastón, fermentadoras de la lactosa con producción de gas y ácido en 48 horas a una temperatura de 35°C. Los coliformes fecales, además, fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5°C.

En la técnica de fermentación por tubos múltiples, los resultados se expresan en términos de Número Más Probable (NMP) en 100 ml. Este número está basado en ciertas fórmulas de probabilidad y es un estimado de la densidad media de coliformes en la muestra. La precisión de cada prueba es función de: El número de diluciones realizadas que depende de la experiencia del analista y la procedencia de la muestra; es inversamente proporcional. Presencia de gas y turbiedad en algunos o todos los tubos con mayor inóculo, directamente proporcional. Ausencia de gas y turbiedad en algunos o todos los tubos con menor inóculo, inversamente proporcional. La técnica tiene 3 fases: presuntiva, confirmativa y completa. En la fase presuntiva se utilizó el caldo lauril triptosa y la fase confirmativa para coliformes totales utiliza el caldo verde bilis brillante y para coliformes fecales el caldo EC. La fase completa se realiza para llevar un control de calidad y permite establecer o no la presencia de coliformes, basados en los parámetros obligatorios del Minsa.

Determinación de bacterias coliformes totales

Con ayuda de una probeta se medirá 100 ml de la muestra de agua de la fuente de abastecimiento, luego se filtrará el agua a través de la membrana filtrante de 0,45 µ, la que será colocada en el agar endo. Se procederá a incubar las muestras a 35±0,5 °C durante 20-22 horas, esperando observar

colonias de color rojo. Para el estudio de las muestras de agua de la jeringa triple, se realizará el procedimiento antes mencionado.

3.10 Técnicas procesamiento de datos.

El procesamiento de datos del presente estudio será a través de la realización de matriz de datos en una hoja Excel. se trabajará con el paquete estadístico SPSS versión, se utilizará cuadros de distribución de frecuencias tanto absolutas como porcentuales se utilizará gráficos de barras.

CAPITULO IV

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Cronograma

ACTIVIDADES	2018			2019					
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
INICIO									
Redaccion del titulo	X								
Esquema del proyecto de investigacion		X							
Elementos del Proyecto		X	X						
Objetivos de la investigacion			X						
Jutificacion			X						
DESARROLLO				X					
Revision Bibliografica				X					
Elaboracion de marco teorico					X				
Recolección de datos						X			
Analisis de datos							X		
Presentacion del avance de investigacion							X		
CIERRE								X	
Redaccion de la tesis								X	
Revision de la tesis									X
Defensa de la tesis									X

4.2 Presupuestos

CONCEPTO	COSTO	
	UNITARIO	TOTAL S/.
GASTOS FIJOS		
- Suscripción a revistas	40	120
- Acceso a internet	69	207
- Pruebas de laboratorio	1500	1500
- Útiles de oficina	50	200
- Transportes y refrigerio	100	400
- Sub total		2427
GASTOS VARIABLES		
- Impresión hojas A4	0.1	40
- Subtotal		40
GASTOS DE PERSONAL		
- Asesor de tesis	1500	1500
- Estadística	1000	1000
- Subtotal	2500	2500
TOTAL		4967

V. RESULTADOS

TABLA N° 1: En la presente tabla se describe lo siguiente: La relación del suministro de agua en una botella con 3 unidades dentales, de los cuales para las bacterias coliformes totales, la unidad 01 evidencio $<1.8/100$ ml, la unidad 02 evidencio $<1.8/100$ ml y finalmente la unidad 03 evidencio $<1.8/100$ ml. Asimismo para las Bacterias Coliformes termotolerantes, la unidad 01 evidencio $<1.8/100$ ml y la unidad 02 evidencio $<1.8/100$ ml y finalmente la unidad 03 evidencio $<1.8/100$ ml.

TABLA N° 2: En la presente tabla se describe lo siguiente: La relación del suministro de agua en un jeringa triple con 3 unidades dentales, de los cuales para las bacterias Coliformes Totales, la unidad 01 evidencio 49, la unidad 02 evidencio $<1.8/100$ ml y finalmente la unidad 03 evidencio $<1.8/100$ ml. Asimismo para las Bacterias Coliformes termotolerantes, la unidad 01 evidencio $<1.8/100$ ml y la unidad 02 evidencio $<1.8/100$ ml y finalmente la unidad 03 evidencio $<1.8/100$ ml.

TABLA N° 3: En la presente tabla se describe lo siguiente: La relación del suministro de agua en una jeringa triple y botella con 3 unidades dentales, de los cuales las bacterias coliformes Totales en la Unidad Dental 01 evidenciaron $<1.8/10$ ml en botellas y 49 en Jeringa Triple, del mismo modo las bacterias coliformes termotolerantes evidenciaron $<1.8/100$ ml en botellas y 4.5 en jeringa triple. Del mismo modo las bacterias coliformes totales en la unidad dental 02 evidenciaron $<1.8/10$ ml en botellas y <1.8 en jeringa triple, del mismo modo las bacterias coliformes termotolerantes evidenciaron $<1.8/100$ ml en botellas y <1.8 en jeringa triple. Asimismo, las bacterias coliformes totales en la

unidad dental 03 evidenciaron <1.8/10ml en botellas y <1.8 en jeringa triple, del mismo modo las bacterias coliformes termotolerantes evidenciaron <1.8/100 ml en botellas y <1.8 en jeringa triple.

Tabla Nº 01: *Número de bacterias de coliformes totales y termotolerantes de suministro de agua (botella) de tres unidades dentales durante los meses octubre-diciembre, Abancay, 2018.*

SUMINISTRO DE AGUA - BOTELLAS		
Unidades Dentales	Coliformes Totales 35°C	Coliformes Termotolerante 44.5°C
Unidad 01	< 1.8/100 ml NMP	< 1.8/100 ml NMP
Unidad 02	< 1.8/100 ml NMP	< 1.8/100 ml NMP
Unidad 03	< 1.8/100 ml NMP	< 1.8/100 ml NMP

Gráfico Nº 01 – A: Gráfico de distribución de suministro de agua en botellas en relación al número de bacterias coliformes totales 35°C

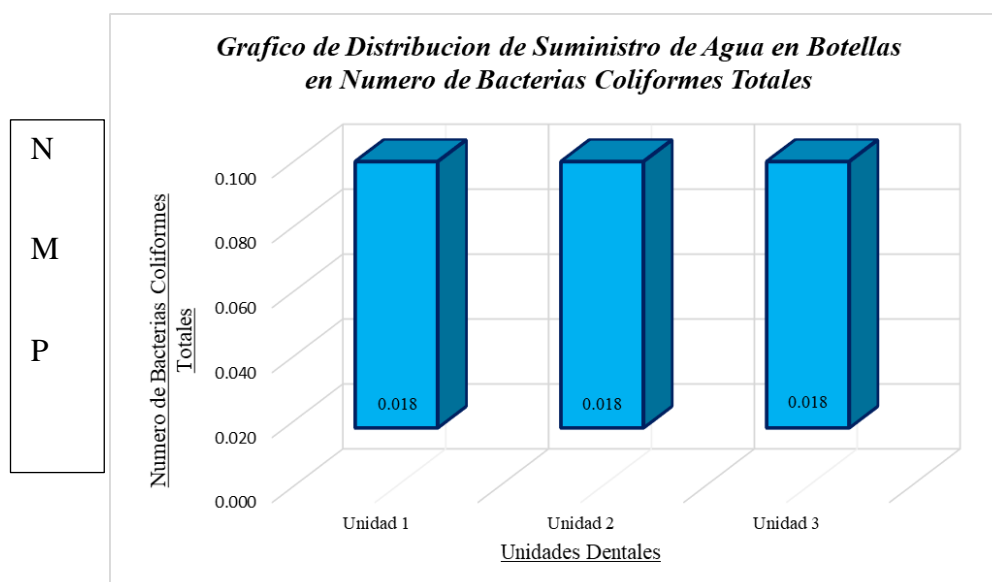


Gráfico Nº 01 – B: Gráfico de distribución de suministro de agua en botellas en relación al número de bacterias coliformes termotolerantes 44.5°C

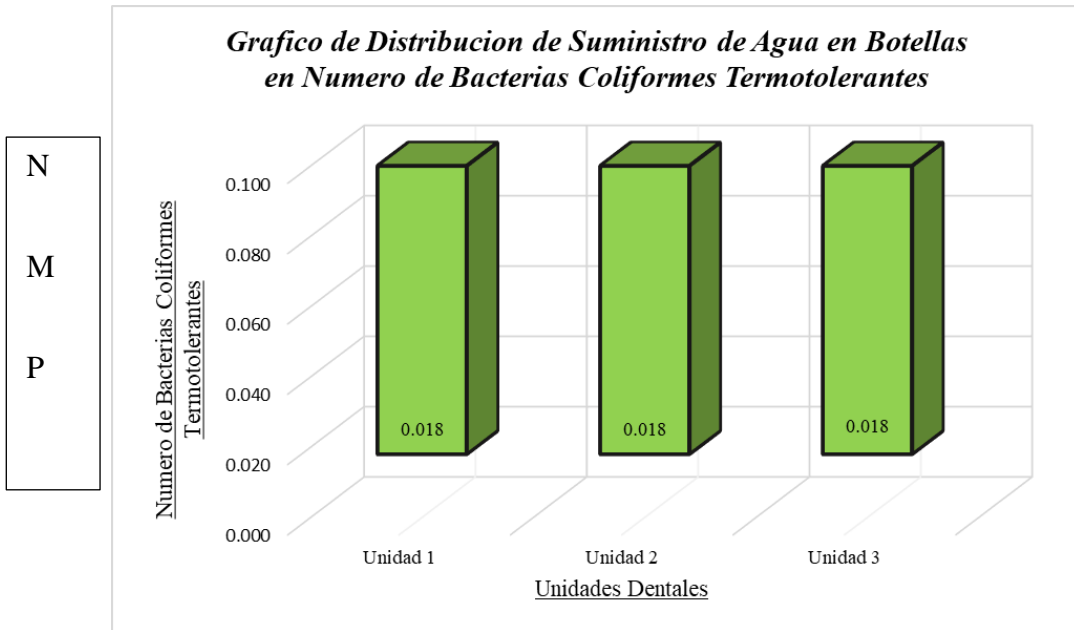


Tabla Nº 02: Número de bacterias Coliformes totales y termotolerantes de suministro de agua (jeringa triple) de tres unidades dentales durante los meses octubre-diciembre, Abancay, 2018.

SUMINISTRO DE AGUA - JERINGA TRIPLE			
Unidades Dentales	Coliformes Totales 35°C		Coliformes Termotolerante 44.5°C
Unidad 01	49	NMP	4.5/100 ml NMP
Unidad 02	< 1.8/100 ml	NMP	< 1.8/100 ml NMP
Unidad 03	< 1.8/100 ml	NMP	< 1.8/100 ml NMP

Gráfico Nº 02 – A: Gráfico de distribución de suministro de agua en jeringa triple en relación al número de bacterias coliformes totales 35°C

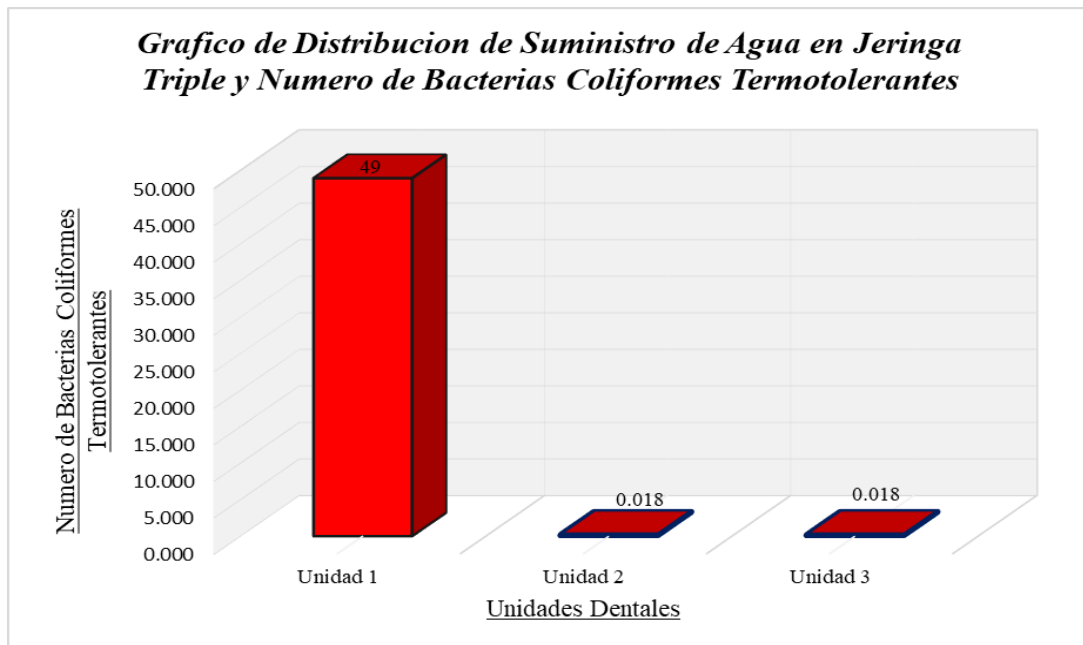


Gráfico Nº 02 – B: Gráfico de Distribución de Suministro de Agua en Jeringa Triple en Relación al Número de Bacterias Coliformes Termotolerantes 44.5°C

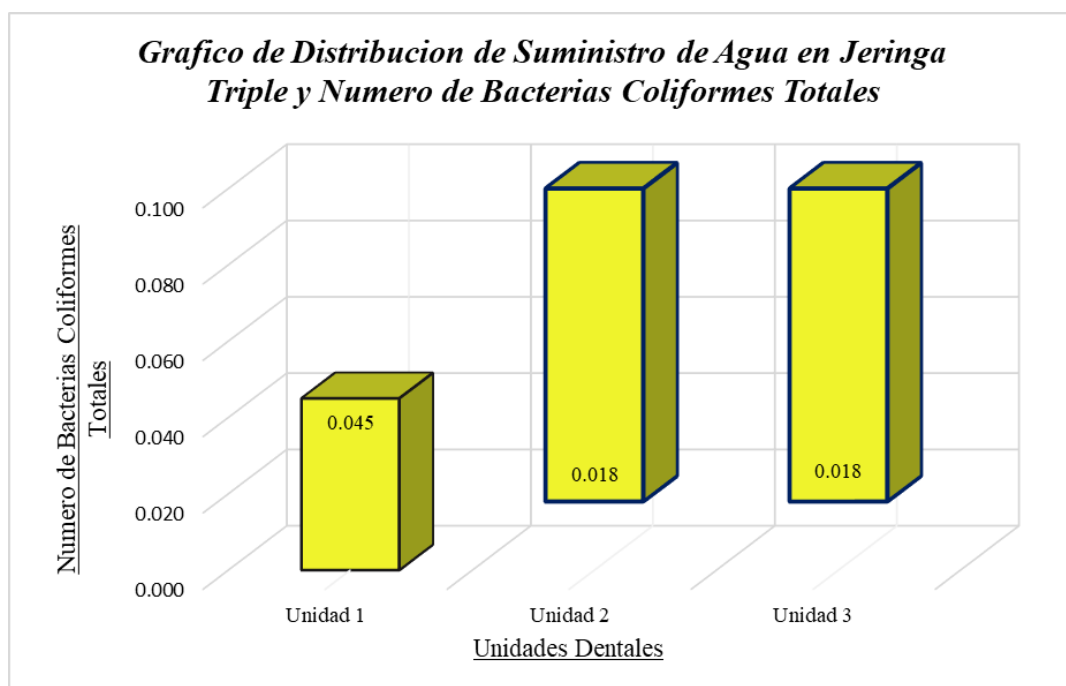


Tabla Nº 03- Objetivo General: *Suministros (botella y jeringa triple) presenta mayor cantidad de coliformes totales y termotolerantes de tres unidades dentales durante los meses de octubre-diciembre, abancay,2018.*

SUMINISTRO DE AGUA - JERINGA TRIPLE- BOTELLA				
Unidades Dentales	Coliformes Totales 35°C		Coliformes Termotolerante 44.5°C	
	BOTELLA	JERIINGA TRIPLE	BOTELLA	JERINGA TRIPLE
<i>Unidad 01</i>	< 1.8/100 ml	49 ^{NMP}	< 1.8/100 ml	4.5 ^{NMP}
<i>Unidad 02</i>	< 1.8/100 ml	< 1.8 ^{NMP}	< 1.8/100 ml	< 1.8 ^{NMP}
<i>Unidad 03</i>	< 1.8/100 ml	< 1.8 ^{NMP}	< 1.8/100 ml	< 1.8 ^{NMP}

VI. DISCUSIÓN

Actualmente, la práctica odontológica y su relación con los altos índices de infecciones en pacientes, y en los profesionales mismos, ha llevado a elevar los estándares en los procesos atención dental. Por lo que el manejo del agua a través de los equipos dentales, durante una intervención, constituye una necesidad apremiante para garantizar la calidad de este. Es por ello, que la finalidad de la presente investigación fue determinar el estudio bacteriológico y la cuantificación de coliformes totales y termotolerantes de los suministros de agua (botella y jeringa triple) en las unidades dentales de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Tecnología de los Andes, durante los meses de octubre - diciembre en el 2018. Dicho estudio se apoya sobre la base teórica de los indicadores de contaminación para la evaluación microbiológica del agua.

La hipótesis principal hace referencia a que el estudio bacteriológico del agua es significativo en las unidades dentales durante los meses de octubre-diciembre en el 2018 en Abancay. Dichos resultados pueden ser contrastados con los estudios de **Ávila N. (2013)**, quien, a través de la evaluación de la calidad microbiológica del agua, destinada al uso de los sillones de la Clínica Universitaria de Bogotá, y el recuento de Coliformes Totales se determinó que las características microbiológicas del agua exceden los parámetros aceptables de Enterococcus y Coliformes recomendados por la OPS (Organización Panamericana de la Salud). De igual manera, **Ávila N., Estupiñán T.** un año antes, en su estudio de la calidad bacteriológica del agua en unidades odontológicas; y a través de tres muestras de instrumentos diferentes: pieza de mano de alta velocidad, jeringa triple y tanque; se evidenció la presencia de

Coliformes Totales en un 94,4%, acentuando así los indicadores de contaminación.

Cabe realzar que la validación de la hipótesis general de esta investigación se secunda sobre los resultados del número de coliformes totales (49/100 ml) y coliformes termotolerantes (4.5/100 ml) para el suministro de agua (jeringa triple) para la unidad dental número uno. Del mismo modo, **Marín J. (2008)** en su investigación titulada: Contaminación del Agua de la Jeringa Triple, dio a conocer que, en el análisis de 41 sillones dentales, se pudo desprender de estos la existencia de "pseudomonas aeruginosa" en la fuente de abastecimiento de agua y jeringa triple de las unidades dentales. Si bien es cierto, no se probó la existencia de coliformes totales, la presencia de pseudomonas aeruginosa constituye también una elevada fuente de contaminación, ya que dicha bacteria es responsable de enfermedades gastrointestinales, y mucha más.

Un caso muy similar se da en el estudio bacteriológico de abastecimiento de agua de la unidad dental y jeringa triple, expuesta por **Fuentes M. (2005)**, cuyos resultados resaltan no solo la proliferación de bacterias coliformes totales, sino también, bacterias aeróbicas y heterotróficas, los cuales exceden los límites propuestos por la ADA (Asociación Dental Americana).

No obstante, para el presente estudio el número de bacterias coliformes totales y termotolerantes es bajo en lo que se refiere al suministro de agua (botella) para las tres unidades dentales de la Escuela Profesional de Estomatología de la UTEA demostrando valores por debajo de $1.8/100\text{ml}$. Mientras que para dos de estas unidades dentales se repite la misma figura para el suministro de

agua (jeringa triple). De igual manera, **Restrepo J. (2012)** en su estudio y con la finalidad de identificar las especies microbianas que se encuentran en la red de aguas de los sillones, pudo marcar la inexistencia de coliformes totales y fecales. Realizando dicha aseveración **J. Marín (2011)**, realizó la evaluación de la contaminación del agua que se utiliza en las unidades dentales de las Clínicas N°1, 2, 3, 4 y 5, en la Universidad Veracruzana y pudo concluir reafirmando el estudio de **Restrepo J. (2012)**, en relación a la inexistencia de coliformes en la fuente de abastecimiento y jeringa triple de la unidad dental.

Si bien es cierto, los resultados obtenidos en contraste con las investigaciones de referencia son un reflejo de cómo se están o vienen manejando las prácticas odontológicas hoy en día, se tiene que subrayar que la calidad microbiológica del agua en las unidades dentales va a depender de factores muy puntuales para cada caso en específico. Por lo tanto, una forma de garantizar la calidad higiénica del servicio es un adecuado monitoreo y control, que permita moderar los casos de infecciones y afianzar el compromiso entre paciente y profesional

VII. CONCLUSIONES

La presente investigación fijó como objetivo general determinar el estudio bacteriológico del agua en las unidades dentales de la Escuela Profesional de Estomatología de la UTEA en Abancay durante los meses de octubre–diciembre para el año 2018 y conforme con los resultados obtenidos, se puede desprender y concluir lo siguiente:

- En relación al objetivo principal, se concluye que el estudio bacteriológico del agua es significativo en las unidades dentales durante los meses de octubre a diciembre, ya que existe presencia de microorganismos en los equipos dentales (jeringa triple), validando así la hipótesis general planteada inicialmente.
- El número de bacterias coliformes totales y termotolerantes es bajo en el suministro de agua (botella) en las tres unidades dentales en estudio, evidenciando valores por debajo de $<1.8/100\text{ml}$, dejando sin efecto la hipótesis específica número uno, del cual se esperaba valores por encima de $<1.8/10\text{ml}$.
- El número de bacterias coliformes totales y termotolerantes para el suministro de agua (jeringa triple) en las tres unidades dentales es heterogénea. Para la unidad dental número uno se encontraron valores por encima de $>1.8/100\text{ml}$. Coliformes totales $49/100\text{ ml}$ y para coliformes termotolerantes valores de $4.5/100\text{ ml}$, remarcando indicadores de contaminación elevados y contrastando la hipótesis general.

- Sin embargo, en las dos unidades dentales restantes el número de bacterias coliformes totales y termotolerantes para el suministro de agua (jeringa triple) es uniforme, valores por debajo de $<1.8/100\text{ml}$.
- De los dos suministros de agua (botella y jeringa triple) quién presenta mayor cantidad de coliformes totales y termotolerantes es el equipo dental (jeringa triple), alcanzando valores de $49/100\text{ ml}$ y $4.5/100\text{ ml}$ respectivamente, que van de la mano con la covariable: unidad dental número uno. Cabe subrayar que esta diferencia si es significativa ya que incide directamente sobre los indicadores de contaminación, mermando así la calidad del agua.

VIII. RECOMENDACIONES

- Sugerir mayor control y regulación para la calidad del agua utilizada, así como un monitoreo constante de la red de distribución en las unidades dentales de la Escuela Profesional de Estomatología de la UTEA. A fin de garantizar la calidad higiénica de los servicios.
- Buscar una mejora continua en la desinfección de los instrumentos, que vayan de la mano con el factor económico, la facilidad de uso y que sea efectivo. De tal manera, que permitirá establecer estándares adecuados.
- Impulsar y promocionar prácticas de limpieza adecuadas para las unidades dentales en el desarrollo universitario, consolidando dicho conocimiento con seminarios, guías e instructivos generando valor agregado en los alumnos de la Universidad Tecnológica de los Andes.
- Se sugiere y recomienda hacer una réplica del estudio con los mismos alcances, pero con un mayor tamaño de muestra, para de esta manera conocer si el nivel poblacional tiene una incidencia directamente proporcional con las variables y covariables en estudio y si existe una la relación significativa entre estas.
- Proseguir con la investigación, realizando otros análisis y estudios que permitan evaluar la presencia de diferentes microorganismos y el tipo de desinfectante a usar de tal manera que pueda garantizar el bienestar del paciente y profesional.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez A, Miralles M, Corbella I, García S, Navarro S, Llebaria X. Drinking water quality and safety. *Gac Sanit*. 2016 Nov; 30 Suppl 1:63-68. doi: 10.1016/j.gaceta.2016.04.012.
2. Agahi R, Hashemipour M, Kalantari M, Mosavi A, Aghassi H, Nassab A. Effect of 0.2% chlorhexidine on microbial and fungal contamination of dental unit waterlines. *Dent Res J (Isfahan)*. 2014; 11(3):351-6.
3. Pareek S, Nagaraj A, Sharma P, Atri M, Walia S, Naidu S, Yusuf A. Disinfection of dental unit water line using aloe vera: *Int J Dent*. 2013.
4. Mungara J, Joseph E, Reddy N. Evaluation of microbial profile in dental unit waterlines and assessment of antimicrobial efficacy of two treating agents. *J Clin Pediatr Dent*.. 2013; 367-71
5. El agua de tu unidad dental es bacteriológicamente segura? - Ma. Elena González Arreaga 1,2 Esperanza Robles Valderrama 2 José Ángel González Villanueva 1 Ma. Elena Martínez Pérez 2 César Loza González 1 Ma. Antonia González García.
6. Gonzales C. "Evaluación de la calidad microbiológica del agua en unidades dentales". *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. [Revista en Internet]. 2009; 47(03): 1-10. [Fecha de acceso: 2 de octubre de 2012]. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=2232200680> 09.
7. Molina B, Castillo C, Velasco N, Gonzales S, Bonomie J, Dávila B. "Lo que debemos saber sobre control de infección en el consultorio dental".

- Revista de Odontología Andes. [Revista en Internet]. 2007; 2(01):64-70. [Fecha de acceso: 6 de octubre de 2012]; Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24824/1/articulo10.pdf>.
8. Perú ecológico. *El agua y su importancia*. [Internet]. Perú; 2006. [Fecha de acceso: 3 de noviembre de 2012]. Disponible en www.juntadeandalucia.es/averroes/manuales/materiales_tic/.../02agua.pdf.
 9. Acepesa. *El agua y su importancia para la vida humana*. [Internet]. México; 2011. [Fecha de acceso: 14 de noviembre de 2012]. Disponible en www.peruecologico.com.pe/lib_c17_t02.htm.
 10. Botanical. *Clasificación del agua*. [Internet]. México; 2013. [Fecha de acceso: 15 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.botanical-online.com/aguatipos.htm>.
 11. Galvis M, Ortega C. *Coagulantes naturales de origen vegetal*. [Monografía en Internet]. Colombia: Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Tolima; 2008. [Fecha de acceso: 19 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos85/coagulantes-naturales-origen-vegetal/coagulantes-naturales-origen-vegetal.shtml>.
 12. Ministerio de Salud (Minsa). *Guías para la calidad del agua potable*. Perú: OMS. 2006; (1): 11-242.
 13. Olivas E, Alarcón R. *Manual de prácticas de microbiología básica y microbiología de alimentos*. México: Bellaterra; 2004.

14. Marín Galvín R. *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de la calidad de las aguas*. España: Díaz de Santo; 2003.
15. Mora Alvarado D. *Agua*. Costa Rica: Universidad estatal a distancia San José; 2009.
16. Tortora JG, Funke BR, Case LC. *Introducción a la microbiología*. 9.a ed. Argentina: Médica Panamericana; 2007.
17. Blesa M, Blanco J. *Tecnologías solares para la desinfección y desinfección del agua*. [Monografía en Internet]. Argentina: Escuela de Postgrado de Universidad Nacional de San Martín; 2007. [Fecha de acceso: 22 de noviembre de 2012]. Disponible en www.ehu.es/argitalpenak/images/stories/tesis/Ciencia_y_Tecnologia/JO_SU%20SANZ.pdf
18. Roldán Pérez G, Ramírez Restrepo J. *Fundamentos de limnología neotropical*. 2.a ed. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. 2008; 421 pp.
19. García Hernández M, Martínez Cuervo f, Utrilla Alcolea A, Ania Palacio J, Alés Reina M, Rojas Sando M, et al. *ATS/DUE Junta de Extremadura*. 2.ª ed. España: MAD. 2006; 714 pp.
20. Gómez Vega O. *Educación para la salud*. 2.ª ed. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia San José; 2007.
21. Molina B, Castillo C, Velasco N, Gonzales S, Bonomie J, Dávila B. “Lo que debemos saber sobre control de infección en el consultorio dental”. *Revista de Odontología Andes*. [Revista en Internet]. 2007; 2(01):64-70.

- [Fecha de acceso: 6 de octubre de 2012]; Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24824/1/articulo10.pdf> .
22. Hernández Chavarría F. *Fundamentos de epidemiología: El arte detectivesco de la investigación epidemiológica*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia San José; 2002.
 23. Manahan Stanley E. *Introducción a la química ambiental*. México: Reverté; 2007.
 24. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud. Informe de un grupo científico. Serie de informes técnicos 11*. Ginebra: OMS; 1994.
 25. Osorio Robles F, Torres Rojo J, Sánchez Bas M. *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismo y agentes contaminantes*. España: Díaz de Santo; 2010.
 26. Mendo Rubio M. *Medios de cultivo en microbiología-Manual de laboratorio*. 5.ª ed. Perú: Ediciones Laborales; 2005.
 27. Montoya Villafañe H. *Microbiología básica para el área de la salud y afines*. 2.ª ed. Colombia: Universidad de Antioquia; 2008.
 28. García Negroni M. *Microbiología estomatológica-Fundamentos y guía de práctica*. 2.ª ed. Argentina: Médica Panamericana; 2009.
 29. AWWA, APHA, WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 22.a ed.; 2012.
 30. Augurto Sáenz T. *Microbiología: bioquímica bacteriana Enterobacteriaceae*. Perú: Unión; 2009.
 31. Palma Cárdenas A, Sánchez Aguilera F. *Técnicas de ayuda odontológica y estomatológica*. España: Gráficas Rogar. 2010; 329 pp.

32. Gutiérrez López E, Iglesias Esquiroz P. *Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica*. España: Editex; 2009.
33. Frank Spellman- Joanne Drinan. Ob. Cit. Pág. 218
34. www.medilegis.com/.../Odontologica-v1n4-ejercicio.asp ChrisM. Miller, Charles John Palenek. . “Control de la infección y manejo de materiales peligrosos para el equipo de profesionales de salud dental” Pág.200

X. ANEXOS

10.1. ANEXO 01



FICHA BACTERIOLÓGICA SOBRE EL SUMINISTRO DE AGUA Y LA JERINGA TRIPLE DE LAS UNIDADES DENTALES



NÚMERO	FUENTE	PRUEBA PRESUNTIVA DE COLIFORMES TOTALES	PRUEBA DE CONFIRMACIÓN DE COLIFORMES TOTALES	PRUEBA PRESUNTIVA DE PSEUDOMONA AERUGINOSA	PRUEBA DE CONFIRMACIÓN DE PSEUDOMONA AERUGINOSA
UNIDAD 01	SUMINISTR O DE AGUA				
UNIDAD 01	JERINGA TRIPLE				

UNIDAD 02	SUMINISTR O DE AGUA				
UNIDAD 02	JERINGA TRIPLE				
UNIDAD 03	SUMINISTR O DE AGUA				
UNIDAD 03	JERINGA TRIPLE				

