UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

Aplicación de la ionización Cu - Ag para mejorar la calidad microbiológica del agua en las viviendas de la ciudad de Tumbes

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

Bach. COSTA FARFAN, ANGELINA CELMA

Bach. SILVA RAMIREZ, LUIS ENRIQUE

TUMBES – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

Aplicación de la ionización Cu - Ag para mejorar la calidad microbiológica del agua en las viviendas de la ciudad de Tumbes.

APROBADA EN CONTENIDO Y FORMADA POR:

MG. Ing. CESAR JOEL FEIJOO CARRILLO
PRESIDENTE DE JURADO

Ing. JOSE SILVA CHAVEZ
SECRETARIO

MSC. VICTOR GUZMAN TRIPUL
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

Aplicación de la ionización Cu - Ag para mejorar la calidad microbiológica del agua en las viviendas de la ciudad de Tumbes

LOS SUSCRITOS DECLARAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS ES ORIGINAL EN SU CONTENIDO Y FORMA Por:

Br. Costa Farfán Angelina C.

Ejecutora.

Br. Silva Ramírez Luis E.

Ejecutor.

Dr. Gerardo J.F. CRUZ CERRO
Asesor

MSc. ROSA LILIANA SOLIS CASTRO
Co – Asesora

AGRADECIMIENTO

A DIOS en primera instancia, por regalarnos esta vida maravillosa y permitirnos haber culminado este camino que empezamos a transitar hace algunos años, y por haber hecho realidad este sueño anhelado de ser profesional.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES por darnos la oportunidad de estudiar y a los docentes quienes nos han brindado sus conocimientos a lo largo de nuestra formación como estudiantes.

A la empresa NECON porfacilitar los equipos necesarios para la realización del presente proyecto ya que sin estos equipos no hubiera sido posible la ejecución de la tesis

Al **Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro** y a la **MSc. ROSA LILIANA SOLIS CASTRO** por haber contribuido en forma acertada con su asesoramiento para el desarrollo de la tesis, ya que gracias a su dedicación, conocimientos, sus experiencias, su paciencia y su motivación ha logrado culminar con éxito este proyecto.

A nuestros padres, quienes nos han brindado su ayuda y su confianza, asimismo nos han motivado durante nuestra formación profesional.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

DEDICATORIA

DEDICADA A:

En primer lugar le dedico esta tesis a mi Padre Celestial por haberme permitido culminar mi carrera profesional como Ingeniero Forestal Y Medio Ambiente, también se la dedico, a mis padres Luis Manuel Silva Espinoza y Paula Ramírez Carrillo y también a mi hermana Yesenia Silva Ramírez y su familia, también es dedicado a mi novia Angelina costa farfán, es dedicado hacia a ellos porque siempre confiaron en mí y me brindaron todo su apoyo, también quiero dedicarle esta tesis a todos los profesores de la escuela de Ing. Forestal y Medio Ambiente por haberme formado profesionalmente y por haberme transmitido lo mejor de ellos, gracias por todo y que Dios los bendiga.

DEDICADA A:

Esta tesis está dedicada a Dios por regalarme una vida maravillosa y por haberme dado la fortaleza y voluntad para culminar mi carrera profesional como Ingeniera Forestal Y Medio Ambiente.

A mis padres Luis Enrique Costa Rosillo y Sandra Dorothi Farfán Maldonado por haber confiado en mí, por su apoyo incondicional, por haber estado conmigo en las buenas y en las malas, por ser mi ejemplo a seguir y mi inspiración, siendo ellos mi motor y motivo de seguir adelante y ser mejor cada día, a mis hermanos y a mi novio Luis Enrique Silva Ramírez por ser mi ayuda, mi complemento durante este proceso y por la confianza brindada.

También quiero dedicarles esta tesis a los docentes de la escuela de Ing. Forestal y Medio Ambiente quienes con sus conocimientos contribuyeron en mi formación como ingeniera, gracias por todo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo aplicar la ionización Cu-Ag para el aseguramiento de la calidad microbiológica del agua potable que llega a las viviendas de la ciudad de Tumbes. Se identificaron 20 casas ubicadas dentro de los diferentes zonas urbanas de la ciudad de Tumbes, donde se instaló un Ionizador Cu-Ag (NeconGmbH) para evaluar parámetros físico-químicos (pH, conductividad eléctrica y turbidez) y microbiológicos (mesofilos viables coliformes totales y termotolerantes) del agua potable en diferentes tiempos de operación del equipo (10, 20 y 30 min.)

La ionización Cu – Ag reduce la carga microbiológica en el agua, cuando la carga microbiana es muy alta la ionización no logra reducirlo en su totalidad. Pero existe una eliminación microbiana completa cuando la carga es baja mejorando la calidad de agua.

En los parámetros físico – químicos se encontró que en el pH todas las muestras se encontraron dentro de los limites máximo permisible establecidos por sunass entre 6.5 y 8.5, para la conductividad eléctrica se encontró que algunas muestras sobrepasan los valores máximos permisibles establecidos por sunnas – 2010 donde nos dice que el valor máximo es de 1500 µS/cm y los valores encontrados en algunas viviendas son de 1585, 2435, 3066, 1541, 1620.

Palabras Claves: ionización, Cu, Ag, calidad de agua potable

ABSTRACT

The objective of this research work was to apply Cu-Ag ionization to assure the microbiological quality of drinking water reaching the homes of the city of Tumbes. Twenty houses located within the different urban areas of the city of Tumbes were identified, where a Cu-Ag ionizer (Necon GmbH) was installed to evaluate physical-chemical parameters (pH, electrical conductivity and turbidity) and microbiological parameters (viable mesophiles total coliforms) and thermotolerant) of drinking water at different times of operation of the equipment (10, 20 and 30 min.)

The ionization Cu - Ag reduces the microbiological load in the water, when the microbial load is very high the ionization does not manage to reduce it in its totality. But there is a complete microbial elimination when the load is low improving the quality of water.

In the physical - chemical parameters it was found that in the pH all the samples were found within the maximum permissible limits established by sunass between 6.5 and 8.5, for the electrical conductivity it was found that some samples exceed the maximum permissible values established by sunass - 2010 where it tells us that the maximum value is 1500 μS / cm and the values found in some houses are 1585, 2435, 3066, 1541, 1620.

Keywords: ionization, Cu, Ag, drinking water quality

INDICE

INTRODUCCIÓN..... 9

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....11

CAPITULO II: ANTECEDENTES.....17

CAPITULO III: MATERIAL Y MÉTODOS.....20

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS……..20

3.2 METODOS……23

3.3 PRUEBAS REALIZADAS……..28

3.4 PREPARACION DE LAS MUESTRAS…….....28

3.5 ANALISIS DE MUESTRAS……..….....31

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN…….....34

4.1 PRUEBAS DESDE EL GRIFO……..34

4.1.1 CLORO RESIDUAL…….....34

4.1.2 pH…….35

4.1.3 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA…….....36

4.1.4 TURBIDEZ…….37

4.2 ANALISIS MICROBIOLOGICOS……38

4.2.1 RECUENTO DE MESOFILOS VIABLES……..…38

4.2.2 RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES…….40

4.2.3 RECUENTO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES……..42

4.3 PRUEBA DE COBRE…….....43

4.4 PREBA DE PLATA……..45

4.5 MEDICION DE CAUDAL……..…46

4.6 DISCUSION……..…47

CAPITULO V CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES.……....50

5.1 CONCLUSIONES……..…….50

5.2 RECOMENDACIONES…….……51

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....52
ANEXOS.....54

INTRODUCCIÓN

En el distrito de Tumbes, la empresa encargada hace unos meses del suministro de agua potable es ATUSA (Aguas de Tumbes S.A.) ahora en la actualidad administrada por OTAS A pesar de los diversos tratamientos aplicados se ha encontrado que la mala calidad de agua estaría relacionada a la antigüedad de las tuberías que se encargan de la distribución del agua potable. Gran parte de estas tuberías no cuentan con un mantenimiento, y algunas de ellas no han sido renovadas, por lo cual la calidad de agua que llega a las viviendas podrían presentar niveles altos de carga microbiana. Frente a esto Rimaycuna y Celi (2012) mostraron datos que demuestran que algunas de las fuentes de suministro de agua potable de Tumbes presentaron cantidades de microorganismos no aceptables para la calidad microbiológica del agua, asumiendo que se debería al deterioro de sus redes de distribución.

Se reconoce que el agua es uno de los principales vehículos transportadores de microorganismos causante de enfermedades provenientes del aparato digestivo del hombre y de otros mamíferos. Los coliformes fecales son un grupo grande de microorganismos, habitantes usuales de los intestinos de los animales superiores. Estos microorganismos son de fácil identificación comparados con los microorganismos patógenos, que normalmente se encuentran en mucho menor número y cuya identificación es laboriosa. La presencia de coliformes en una muestra no siempre indica que el agua está contaminada con microorganismos patógenos, sino que, en términos estadísticos, su concentración puede y debe servir como parámetro para alertar sobre la existencia de contaminación fecal y de

microorganismos patógenos. Los microorganismos, patógenos están relacionados con enfermedades específicas de transmisión hídrica. (Pozo, 2009)

Siendo los coliformes microorganismos indicadores de calidad biológica del agua, que pueden ser transportados por esta y causar cuadros diarreicos en la población, es importante el control microbiológico. En el distrito de Tumbes se ha registrado un 10.31% de casos acumulados de EDAs (enfermedades diarreicas agudas) en la población general, hasta la semana epidemiológica 10 de del 2018. Sin embargo, hasta esa semana, se determinó que la provincia de Tumbes tiene un bajo riesgo para EDAs (DIRESA, 2011).

Uno de los desafíos mayores que enfrenta hoy la humanidad es proporcionar agua limpia a una inmensa mayoría de la población mundial. El agua es fundamental para todas las formas de vida, lo que la convierte en uno de los Recursos esenciales de la naturaleza. Por ello hay una necesidad urgente de desarrollar técnicas innovadoras, más eficaces y económicas para el tratamiento de aguas potable. (Barboza, 2011).

En esta coyuntura seplanteó el presente estudio que tuvo como objetivo aplicare la ionización Cu – Ag para mejorar la calidad microbiológica del agua potable que se le brinda a la población, como una posible alternativa de tratamiento, brindándonos información, sobre la concentración inicial de microorganismos presentes en la salida de los grifos de agua, y la concentración final ya habiendo sido tratada con el Ionizador cobre y plata.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO.

1.1 Calidad microbiológica del Agua

Debido al peligro que significa el beber agua contaminada es importante conocer la calidad microbiológica del agua potable, siendo también imposible calcular el número de microorganismos presentes en un agua para el consumo humano. Utilizando por más de 100 años como prueba general el grupo de bacterias coliformes. (Rose y Grimas, 2001).

1.2 Parámetros Microbiológicos y otros Organismos:

Debe estar exenta de Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichiacoli*, virus y quistes de protozoarios patógenos, organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos; y para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/mL a 35°C, Huevos y larvas de helmintos, quistes (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Lima 2011).

1.3 Parámetros inorgánicos y orgánicos.

DIRESA establece que el agua que esreservadapara el consumo humano no debe sobrepasar los límites Máximos permisibles de los parámetros inorgánicos y orgánicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DIRESA, 2012).

1.4 Parámetros de control obligatorio (Pco).

Las medidas de control que deben tomar las empresas de agua son los parámetros como

coliformes totales, coliformestermotolerantes, color, turbidez, cloro residual y pH. En caso de que la prueba de contaminación fecal de positivo, las empresas deberán realizar la prueba de *Escherichiacoli*. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DIGESA, 2011).

1.5 Los Coliformes Fecales.

Son microorganismos, aerobios y facultativa anaerobios, siendo uno de los parámetros indiscutibles de la contaminación en agua potable (Rojas, 2002).

Según Jiménez (1998), dice que la desinfección del agua aplicación de sustancias química, por ozono o por rayos ultravioletas, con elpropósito de que inhiba la reproducción de microorganismos, existentes, siendo el cloro insuficiente para la esterilización de agua potable.

Hay dos factores que son muy importantes: tiempo de contacto y concentración. Es importante mencionar que se requerirá de un tiempo de contacto mayor cuando la concentración de cloro es baja, mientras que tiempos de contacto corto requerirá dosis mucho mayores de cloro. Además, se ha demostrado que es necesaria una concentración de cloraminas mucho más alta que la concentración de ácidos hipoclorosos para lograr igual desinfección en un tiempo dado. Por estas razones es importante determinar la concentración como la clase de cloro residual presente en el agua. Para ello existen 2 métodos de determinación: El método Yodométrico, y el método Ortotolidina Arsenito (OTA), en los cuales se utilizan equipos convencionales para titulaciones y comparador de cloro residual.

1.6 Ionización Cobre – Plata.-

La ionización cobre y plata es uno de los métodos más utilizados desde ya hace mucho tiempo debido a los mecanismo biocidas. Las personas utilizaban tiras de cobre que suspenda el crecimiento de algas y moluscos en el agua. Los anti fungicidas contienen cobre en su composición. Debido al efecto biocida de estos metales el agua se vuelve cristalina (Pozo 2009).

La ionización del Cobre y la Plata se da A partir del proceso de electrolisis la cual libera iones de cobre y plata, los que se diluyen en el agua dando un efecto de desinfección en la totalidad del agua del sistema. La concentración es regulada por un circuito electrónico y una delicada programación de la intensidad de energía aportada al sistema, dependiendo del volumen de la piscina y el tiempo de operación de las bombas (Pozo, 2009).

1.7 Métodos de desinfección de cobre y plata ionizados.

Según Pozo (2009) los Iones de cobre cargados eléctricamente (Cu^{+2}) en el agua se unen a microorganismos con distinta polaridad los cuales forman compuestos con partículas cargadas de la pared celular del microorganismo. Estos compuestos modifican la permeabilidad de la pared celular produciendo una falla en la alimentación del microorganismo. Penetrando la pared celular para que pueda así ingresar los iones de plata hasta el interior de la célula causando que la célula quede inmovilizada y ya no pueda reproducirse. Quedando los iones activos hasta que sea absorbido por otro microorganismo.

Si bien el cobre y plata ionizados puede utilizarse como un método alternativo para la esterilización con cloro. Lográndose porcentajes de ahorro de cloro cercano al80%.La

efectividad de ionización depende del pH, a pH 9 solo un 10% de la efectividad se alcanza (Pozo, 2009).

1.8 Control de cloro residual.

De acuerdo con la directiva sobre Desinfección del Agua para Consumo Humano aprobada por Resolución de Superintendencia 190-97-SUNASS, una agua para el consumo humano deben tener entres 0,5 mg/L y 0,3 mg/L en ningún caso debe ser menor de dicho valor evitando que el agua sea contaminado por agentes patógenos, el cual debe ser aplicado a la salida de las plantas de agua así como en las redes de distribución del agua (SUNASS, 2004).

1.9 Actualización de los estándares de calidad ambiental.

- En noviembre del año 2016 se creó el Grupo de Trabajo encargado de implantar medidas para perfeccionar la calidad ambiental, a la cual se le asignó, dentro de sus funciones, el analizar y proponer medidas de corto, mediano y largo plazo para mejorar la calidad ambiental en el país.(MINAM- Ministerio del Ambiente 2017).
- Producto del trabajo efectuado, en marzo de este año se pre publicó el proyecto de Decreto Supremo que modifica el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017- MINAM, con el objetivo de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental.
- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y Aire actualizan la normativa, y se

ajustan a las recomendaciones del Organismo Mundial de la Salud y las realizadas por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en la Evaluación de Desempeño Ambiental del Perú, así como a los Objetivos de Desarrollo Sostenible hacia el 2030. (MINAM- Ministerio del Ambiente 2017).

1.10 Estándares de calidad ambiental (ECA).-

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. En el Perú tenemos cinco tipos de Estándares de Calidad Ambiental que son para Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes. (MINAM, 2017).

En el Perú cada tipo de Estándar de Calidad Ambiental – ECA contiene diversos parámetros, de acuerdo a su ámbito de aplicación, por ejemplo:

- El ECA para Agua regula 104 parámetros, entre los que se encuentran elementos microbiológicos y físico-químicos.

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establece el nivel de concentración de elementos presentes en el ambiente, y por ello constituye una referencia o indicador sobre el estado de la calidad del ambiente. Así por ejemplo, nos permite medir la calidad del aire que se respira en un parque o la calidad de la fuente de agua para consumo humano. Asimismo, debido a su alcance general, el ECA se considera un marco orientador para la formulación

de políticas públicas y otras normas, como por ejemplo los Límites Máximos Permisibles (LMP) (DECRETOSUPREMO N° 004-2017-MINAM).

1.11 Límites máximos permisibles (LMP)

El Límite Máximo Permisible establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en los efluentes o emisiones que se vierten o liberan al ambiente. Con los LMP se busca garantizar un adecuado control ambiental de las actividades económicas. Por ejemplo, el control de las emisiones gaseosas de las actividades de explotación, procesamiento y refinación de petróleo. El Límite Máximo Permisible (LMP) se mide en el punto de emisión o de descarga de efluentes de las actividades económicas. Es decir, en la fuente de donde emanan los elementos o sustancias, las mismas que si exceden los niveles establecidos por los LMP, pueden implicar riesgos de daño a la salud y al ambiente. Un ejemplo de mediciones de LMP, son las que se realizan en las chimeneas de actividades minero-metalúrgicas (MINAM, 2017).

CAPITULO II.

2.1 ANTECEDENTES.

Según la "Reunión Internacional sobre la Calidad del Agua", auspiciada por la Organización Panamericana de la Salud y realizada en Lima - Perú, en 1996, manifestó que en América Latina, la propagación del cólera en 1991, se inculpó a la falta de adecuados servicios de abastecimiento de los servicios de agua y saneamiento, así como a la falta de control ambiental (Ricardo R. 2012)

Las bacterias, como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella* y*Shigella*; los virus, como el de la hepatitis A y E; y los protozoos como la *Giardia*y el *Cryptosporidium*. Son agentes que son trasmitidos por el agua los cuales pueden constituir un problema mundial (Barrenechea 2004)

En el ámbito regional la dirección ejecutiva de salud ambiental (DESA) es el ente encargado de los ensayos de análisis de agua para el consumo humano, de fuentes y de las redes de distribución, verificando si cumple con los ECAs (Estándares de calidad ambiental), esto es para (aguas que pueden ser potabilizadas con el tratamiento convencional), los parámetros de coliformestermotolerantes. Asimismo, DESA se encarga de la verificación de otros parámetros como: pH, turbidez, conductividad eléctrica, salinidad, solidos totales disueltos, cloruros, etc.

Así mismo en el 2010 la dirección ejecutiva de salud ambiental (DESA), realizo el análisis de agua para el consumo humano en las 24 fuentes del sistema de abastecimiento en el departamento, encontrándose que en los sectores de pampas de hospital, matapalo, papayal y uña de gato consecutivamente indican presencia de contaminación fecal. Además, las muestras correspondientes a matapalo y papayal no cumplen con los estándares de calidad ambiental para el arsénico, las mismas que son preocupantes porque están basados a efectos sobre la salud.

Según Barrenechea (2004) manifestó que las aguas del distrito de tumbes nunca se habían renovado y tiene una antigüedad esto implicaría un riesgo muy latente en la contaminación del agua potable por encontrarse estas redes en mal estado provocando la turbidez del agua. Y bajo ciertas condiciones las fibras de asbesto pueden desprenderse de las tuberías de asbesto – cemento presente en los sistemas de distribución debido a la corrosividad del agua.

Silva, Martínez y Álvarez (2002) reportaron que una alternativa para sustituir el cloro en la desinfección del agua es el uso de iones de Ag y Cu, La acción biosida de la plata y sus relaciones con el cobre mostraron principalmente un apreciable impacto sobre las bacterias coliformes, las bacterias relacionadas con hierro, las bacterias sulfatos reductores y las bacterias formadoras de biopelículas. La concentración de 0.3 mg /L -1 - de cloro combinada en 0.2 mg/L -1 de plata y 1.2 mg/ L -1 de cobre es una buena alternativa para disminuir apreciablemente el consumo de cloro en los sistemas de enfriamiento empleando concentraciones de plata y cobre relativamente bajas. Esta relación de concentraciones logró alcanzar un abatimiento de las bacterias IRB (bacterias relacionadas con el hierro) y SRB (Bacterias Reductoras de Sulfato) mostrando que el tratamiento fue muy efectivo con 99% de control excepto por las bacterias aerobias.

En un estudio realizado por Rimaycuna y Celi (2012) se obtuvo que en la muestra de la parte alta del reservorio Virgen del Cisne y la parte baja del reservorio el Mirador no presentó valores de acuerdo a lo recomendado no cumpliendo con el límite establecido de 0 UFC/100mL. En la parte baja del reservorio el Mirador el cloro residual en el primer y quinto muestreo presentó valores por debajo de lo recomendado. Los ColiformesTermotolerantes el primer, cuarto y quinto muestreo sobrepasan el límite máximo permisible. Para las bacterias heterotróficas solo el primer muestreo sobrepasa ligeramente el límite establecido de 500 UFC/mL. La muestra de la parte alta de la planta el Milagro, los valores encontrados de cloro residual presentó valores por debajo de lo recomendado (0,50 mg/L).ColiformesTermotolerantes, no cumple con el límite establecido de 0 UFC/100mL. En la parte baja de la planta el Milagro para el caso de la turbidez en el cuarto muestreo presento valores por encima del límite recomendado 5 UTN (Unidades NejelomeTricg de turbidez).

CAPITULO III

MATERIAL Y METODOS

3.1 Materiales y equipos:

3.1.1 Material experimentales:

- Agua potable.

3.1.2 Material de campo

- Guantes de jebe
- Frascos de boca ancha

3.1.3 Material de escritorio:

- Libreta de campo
- Tablero de Campo
- Lápiz/ lapicero
- Papel Bond A4 de 80 gramos
- Papel carbón

- Cinta adhesiva
- Calculadora
- Memoria portátil.

3.1.4 Material de laboratorio.

- Probetas 1000 mL.
- Placas Petri esterilizada.
- Membrana de nitrocelulosa de 0,45 micras de porosidad y 47 mm de diámetro.
- Pipetas 5, 10 mL.
- Fiolas
- Matraz 250, 500 mL.
- Espátula
- Vaso de precipitación.
- Pinza punta plana.

3.1.5 Material de servicio

- internet
- Copias fotostáticas.

3.1.6 Reactivos.

- Medios de cultivo Agar PlateCount.
- Medio de cultivo Agar endo.
- Medios de cultivo Caldo M –FC.
- Ácido Rosólico.
- Hidróxido de sodio (NAOH).
- Agua destilada.

- Ácido Nítrico.

3.1.7 Equipo

- Balanza analítica.

  Marca: ADAN AEA

- **CAPACIDAD: 160 g**

  PRECISION: +/- 0.0001 g

- Estufa.

  Marca: MEMMERT SNB 400.

- Espectrofotómetro.

  Marca: MERCK

  Modelo: Spectroquant ® Pharo 300 UV/VIS

- Nevera.
- Cámara laminar.
- Equipo de filtración.
- Equipo generador de vacío (bomba)

  Marca: PALL LIFE SCIENCES

- Multiparámetro.

  Marca: WTW 340 i

- Cámara Digital.
- GPS.
- Turbidímetro.

  Marca: WTW TURB 355IR

- Baño maría.

  Marca: MEMMERT WB 07

- Capacidad: 7 litros.
- Incubadora.

  Marca: WTW TS 1006-i
- Ionizador.

  Marca: Nec – one (figura 1)

3.2 Métodos.

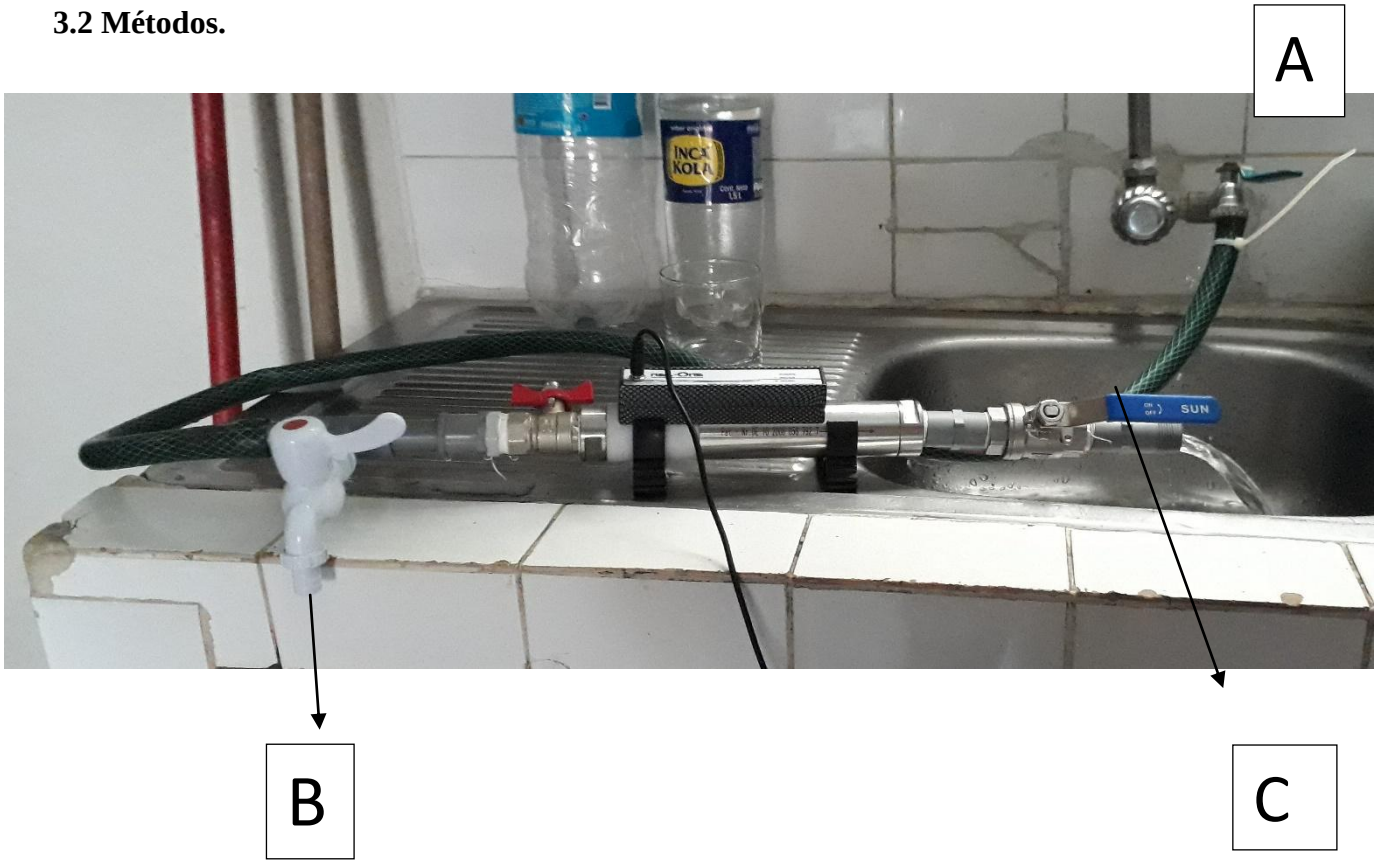
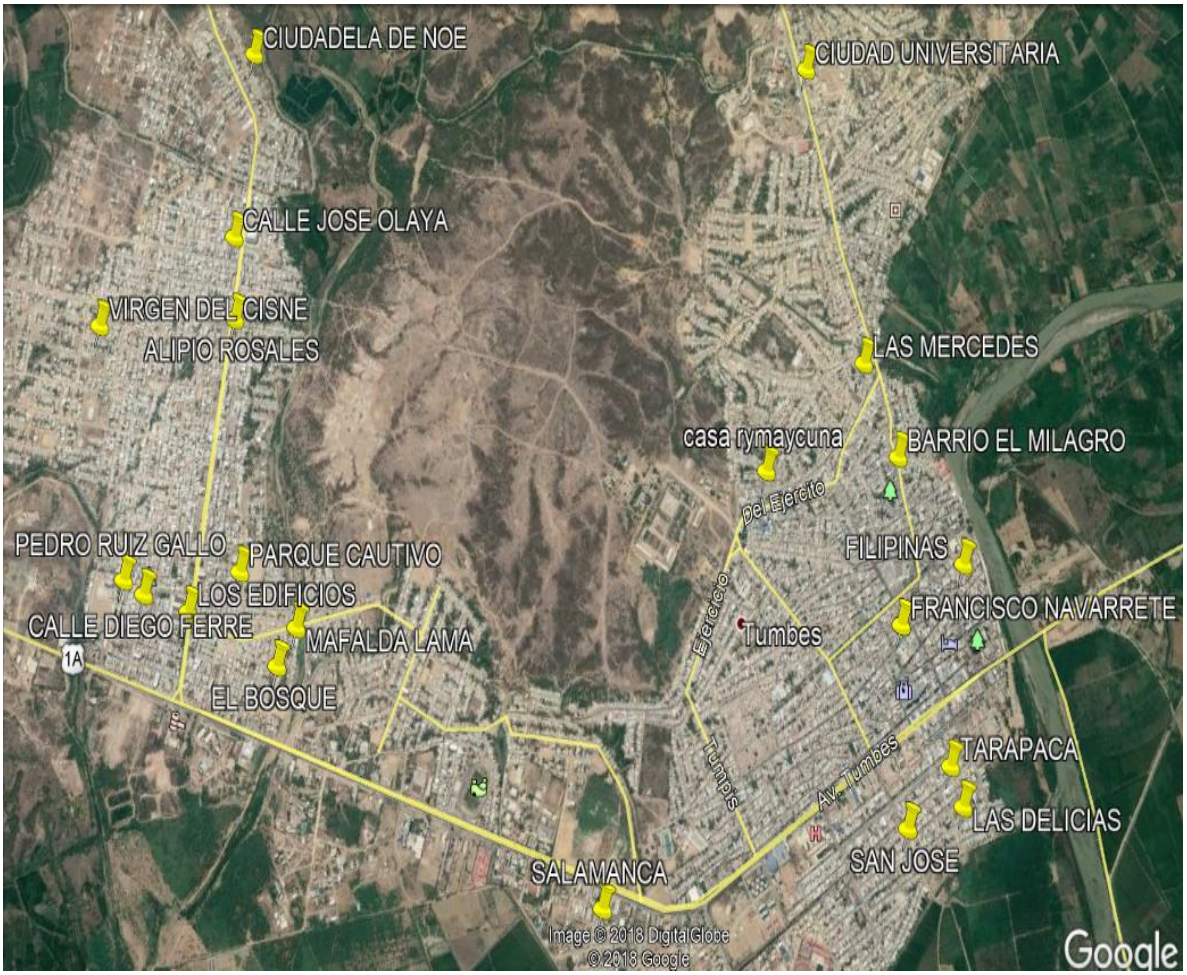


Figura 1: conexión del Ionizador para el muestreo. El punto A es la conexión de la manguera al grifo, el punto B es la salida de agua antes del tratamiento, el punto C es la salida del agua luego del tratamiento.

3.2.1 Área de estudio.

El área de estudios abarco la parte urbana del distrito de Tumbes, en el sector el milagro (parte alta, media, baja) y la zona de Andrés Araujo. (Mapa N°1).



Mapa 1: Mapa de distribución donde se recolectaron las muestras de agua

3.2.2 Muestreo

En esta fase se determinaron los puntos a muestrear mediante la aplicación de Muestreo Dirigido (por la ubicación de los zonas de muestreo) debido a la distribución geográfica heterogénea de las unidades muéstrales (fuente de abastecimiento, zonas de distribución) dentro del área de estudio. También se realizó al Azar debido a la selección de los puntos de muestreo, ubicados dentro de las zonas de distribución de agua potable y la disponibilidad de las personas para realizar el muestreo en sus respectivas casa; los mismos que deben tener el servicio de agua potable directamente de las redes de distribución. Sin embargo por la frecuencia de la toma de muestras, el muestreo también fue sistemático.

En las 2 zonas de muestreo señalados se tomaron 6 muestras por casa las cuales fueron antes y después de ser ionizadas a los 10, 20, 30 minutos, en el sector de Andrés Araujo se evaluaron 10 casas y así mismo se evaluaron también 10 casas en el casco urbano de la ciudad de Tumbes.

Las zonas de muestreo fueron proporcionadas por Aguas de Tumbes según las redes de distribución teniendo en cuenta el grado de proximidad a los puntos de distribución.

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo primer muestreo

Código de Muestra	Lugar	Localidad	Ubicación		Fecha
			Este	Norte	
A.1	Barrio El Milagro	tumbes	560643.89	9604942.97	11/06/2018
A.2	Barrio El Progreso	tumbes	561193.57	9605283.68	13/06/2018
A.3	Calle Abad Puell	tumbes	559841.66	9605938.2	15/06/2018
A.4	AA.HH Alipio Rosales	Andrés Araujo Moran	563820.42	9605923.87	13/07/2018
A.5	Calle Pedro Ruiz Gallo	Andrés Araujo Moran	563869.62	9606985.56	6/07/2018
A.6	AA.HH. La Mafalda	Andrés Araujo Moran	563031.88	9606768.72	11/07/2018
A.7	Barrió Las Mercedes.	tumbes	560918.43	9604715.73	25/06/2018
A.8	Calle Tarapacá 1era cuadra	tumbes	559952.99	9605837.33	18/06/2018
A.9	los ángeles	Andrés Araujo Moran	564010.48	9605668.74	25/07/2018
A.10	Calle Filipinas	tumbes	560179.93	9605166.19	22/06/2018
A.11	AA.HH Mafalda Lama	Andrés Araujo Moran	563380.6	9606729.28	23/07/2018
A.12	2 Etapa Ciudadela Noé	Andrés Araujo Moran	564218.39	9605040.92	16/07/2018
A.13	Ciudad Universitaria	tumbes	561638.25	9603842.38	27/06/2018
A.14	AA.HH Miguel Grau	Andrés Araujo Moran	563755.76	9606987.96	27/07/2018
A.15	AA.HH. El Bosque	Andrés Araujo Moran	563053.53	9606933.99	9/07/2018
A.16	El cisne	Andrés Araujo Moran	564443.74	9606258.77	18/07/2018
A.17	Calle Tarata 3ra cuadra	tumbes	560052.85	9606121.54	20/06/2018
A.18	Francisco Navarrete	tumbes	560368.95	9605493.7	2/07/2018
A.19	salamanca	tumbes	561258.06	9606995.06	4/07/2018
A.20	los edificios	Andrés Araujo Moran	563596.38	9606962.5	20/07/2018

3.2.3 Frecuencia del Muestreo.

El muestreo tuvo una frecuencia de 3 viviendas por semana con un total de 20 muestreos en siete semanas.

Tabla N° 2 fechas de los muestreos realizado

Muestreos	Fechas
A1	11/06/2018
A2	13/06/2018
A3	15/06/2018
A4	18/06/2018
A5	20/06/2018
A6	22/06/2018
A7	25/06/2018
A8	27/06/2018
A9	2/07/2018
A10	4/07/2018
A11	6/07/2018
A12	9/07/2018
A13	11/07/2018
A14	13/07/2018
A15	16/07/2018
A16	18/07/2018
A17	20/07/2018
A18	23/07/2018
A19	25/07/2018
A20	27/07/2018

3.3 Pruebas realizadas:

Punto A:

Se midió cloro residual, y el caudal.

Punto B:

Se midió pH, conductividad eléctrica, turbidez, además de coliformes totales, coliformesTermotolerantes, Mesofilos viables.

Punto C:

Se midió Se midió pH, conductividad eléctrica, turbidez, coliformes totales, coliformesTermotolerantes, Mesofilos viables además de la prueba de cobre y plata, caudal final.

NOTA: Los parámetros físico-químico fueron medidos antes y después de la ionización, los parámetros microbiológicos fueron evaluados antes y después del tratamiento a los 10, 20 y 30 minutos en cada una de las 20 casas evaluadas, al igual que la prueba de cobre, en el caso de la muestra de plata solo se tomó una muestra por cada casa y fue analizada por absorción atómica.

3.4 Preparación de las muestras:

Para la preparación de las muestras se tomó en cuenta el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua - ANA del 2016; en el que se estipulan los siguientes procedimientos. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (2016).

3.4.1 Consideraciones Generales:

- Los frascos requeridos fueron de vidrio de boca ancha con tapa y contratapa, los cuales estuvieron limpios y secos para evitar contaminación, además de ello todo equipo fue debidamente calibrado.
- Las muestras fueron almacenadas a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.

- Los *coolers* usados fueron implementados para almacenar las muestras de agua, ylos materiales a utilizar, mientras es trasportada así mismo se llenar las fichas de muestreo y el etiquetado.
- La vestimenta de protección del personal que se utilizó fue constituida por guardapolvo, guantes de quirúrgicos, mascarillas, además de materiales de campo como cronometro, *ice pack.*

3.4.2 Toma de Muestra:

Para la recolección de muestras se realizó en los domicilios directamente de la salida del grifo dejando correr el agua por el grifo aproximadamente 10 a 15 minutos para proceder a muestrear. Así mismo se Consideró un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

- **Parámetros Microbiológicos**

La toma de muestra microbiológica se realizó con el mayor cuidado posible para evitar contaminar la muestra. Los frascos para las muestras fueron de vidrio borosilicatado y esterilizados a presión, no fueron sometidos al enjuague, la toma de muestra es directa dejando un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.

- **Parámetros Físicos Químicos**

La toma de muestras para los parámetros Físicos y químicos se utilizó botellas de polietileno, limpias y de 1L de capacidad, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

3.4.3Medición de parámetros en campo:

Para la medición de los parámetros de campo se realizó la prueba de cloro residual en un tubo de ensayo utilizando el kit de comparación de cloro para determinar la cantidad de cloro presente, se utilizó la pastilla DPD (dietil-para-fenil-diamina).

3.4.3 Preservación de las muestras de agua:

Una vez recolectada la muestra de agua, se procedió a registrarla para luego ser guardada en un *coolers* colocando alrededor un *ice pack*. Para la preservación de la muestra para los análisis de plata se utilizó ácido nítrico requerido. Una vez preservada la muestra, cerrar el frasco y para mayor seguridad colocar cinta sobre la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.

3.4.4 Caracterizaciónde las muestras de agua:

Los envases fueron identificados antes de la toma con una etiqueta, escritas con letra legible con la información correspondiente:

1. Número de Muestra.
2. Código de identificación.
3. Descripción del punto de muestreo.
4. Fecha y hora de la toma de la muestra.
5. Tipo de análisis requerido.
6. Nombre del responsable del muestreo.

3.4.5 Conservación y envío de las muestras de agua:

Las muestras recogidas fueron conservadas en*Coolers* a temperatura adecuada disponiendo para ello con preservan tés de temperatura.

- Las muestras recolectadas para análisis físico-químicos fueron analizadas en el laboratorio dentro de las 4 primeras horas de haber recogido la muestra.
- En el caso de las muestras para análisis microbiológico se analizaron las muestras inmediatamente después del muestreo.

3.5 Análisis de muestras

Los análisis físicos químicos Y microbiológicos de las muestras en su mayoría se realizaron en el laboratorio realizarán en el Laboratorio de microbiología y parasitología y el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Escuela de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Tumbes.

3.5.1 Análisis físicos

Los parámetros temperatura, pH, conductividad eléctrica se determinaron con ayuda del equipo Multiparámetro WTW 340 i y la turbidez se realizó con el Turbidímetro WTW TURB 355IR, estos parámetros fueron los primeros en determinarse.

3.5.2 Análisis químicos

Se realizó en un equipo llamado Nec – one la prueba de cobre para medir la concentración de cobre en las muestras tomadas a los 10, 20, y a los 30 min. Mientras que el análisis de plata se realizó por absorción atómica, en muestras tomadas a los 30 min.

3.5.3 Análisis Microbiológicos.

Para determinar la calidad microbiológica de las muestras de agua se consideró el análisis básico según la Guía de Calidad de Aguas SUNASS (2017)

3.5.3.1 .Análisis microbiológicos para Coliformes Totales y coliformesTermotolerantes:

Se utilizó la técnica de Filtración de Membrana, de acuerdo a lo indicado en el Standard MethodforTheExaminatión of Water and Wastewater, 21thedition 2005. Se utilizaron volúmenes de 1oo a 500 ml los cuales se agito vigorosamenteaproximadamente 25 veces, para asegurar una buena homogenización. Al comienzo de cada serie de filtraciones, se utilizó unidades de filtración estériles (UV, autoclave). Los filtros se descontaminaron en cada serie, mediante rayos ultravioleta (UV), exponiéndolos a unos 10 minutos. Además se limpió los tubos uv en forma periódica.

Los filtros de membrana estériles (a la trampa hacia arriba) se colocaron con pinzas previamente esterilizadas situando de manera cuidadosa la unidad del embudo correspondiente sobre el

receptáculo y fijar. La filtración se llevó a cabo bajo un vacío parcial. Terminado el proceso, una vez filtrada la muestra se procedió a retirar el embudo y la membrana con unas pinzas estériles, colocándola en el medio seleccionado. Y colocándolas en placas de agar Endo Les, las cuales estuvieron a temperatura de 35ºC antes de iniciar el proceso de análisis, así mismo, se marcó cada placa Petri con el código de la muestra, fecha y dilución. Las placas se incubaron a 37 °C.

Las colonias típicas de Coliformes, tienen las siguientes características en el agar ENDO, presentaron un brillo metálico en medio de color rojo oscuro. Se contó las colonias con brillo con ayuda de una luna estereoscópica de 10 a 15 aumentos con ayuda de una luz blanca fluorescente colocada directamente y lo más perpendicular posible al plano del filtro.

Para el caso de los coliformesTermotolerantes se aplicó la misma metodología. Utilizando el medio de cultivo MFC, y llevado a incubadora o baño maría a temperatura de 44,5 °C.

3.5.3.2 Análisis microbiológicos de Mesofilos viables.

Se utilizó 1 ml de agua potable recogida en los muestreos correspondiente previamente agitada aproximadamente 25 veces para asegurar una buena homogenización.

Se preparó el agar *PlateCount*, con mucho cuidado evitando que hierba luego de haberse fundido a 40° - 45°C.

Se utilizaron 6 pipetas de 5 mL, 10 mL previamente esterilizadas con las cuales se extrajo 1 ml de cada muestra la cual se mantuvo en un Angulo de 45° levantando cuidadosamente la tapa de la placa Petri dejando drenar el líquido de la muestra, luego verter 10 mLdel agar *PlateCount*, finalizando el proceso con la homogenización con delicadeza para evitar que se derrame el líquido.

Se llevó a la incubadora a 35°C / 48 horas luego se procedió con el recuento de colonias anotando el numero d colonias en cada placa y realizar los cálculos por ml de muestra. De ambas placas sacar el promedio de colonias y expresar en UFC/mL.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 RESULTADOS DESDE EL GRIFO.

4.1.1 CLORO RESIDUAL:

En los resultados del contenido del nivel cloro residual que se muestran en la figura 1 se encontró que en las muestras con codificación A4 (AA.HH Alipio Rosales – Andrés Araujo), A12 (2 Etapa Ciudadela Noé – Andrés Araujo), A13 (Ciudad Universitaria – Pampa Grande), A16 (virgen del cisne – Andrés Araujo), A20 (los edificios – Andrés Araujo). Se tiene de resultado cero,ya que la muestra fue tomada en viviendas que tienen pozo elevado causando que el cloro que se encuentra en el agua almacenada se evapore. También se encontró que en la mayoría de las muestras están por debajo de 1 mg/L y algunas de las muestras por encima de 1 mg/L.

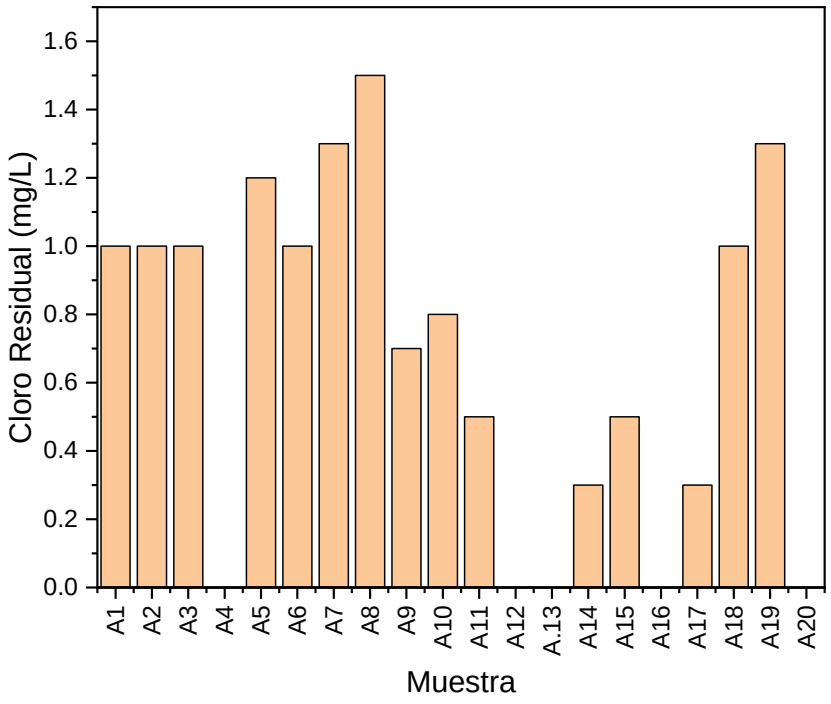


Figura 1: Resultados del contenido total de cloro residual en las muestras de agua.

4.1.2 pH:

En la Figura 2 se muestran los resultados de los niveles de pH en la entrada y salida del equipo Ionizador utilizaba en cada una de las 20 casas muestreadas. Se puede apreciar que los niveles de concentración se encuentran entre 7 y 8 respectivamente. En la mayoría de los casos, comparando los valores de la entrada y la salida del Ionizador, el valor del pH en la salida es menor o igual que al valor del pH entrada.

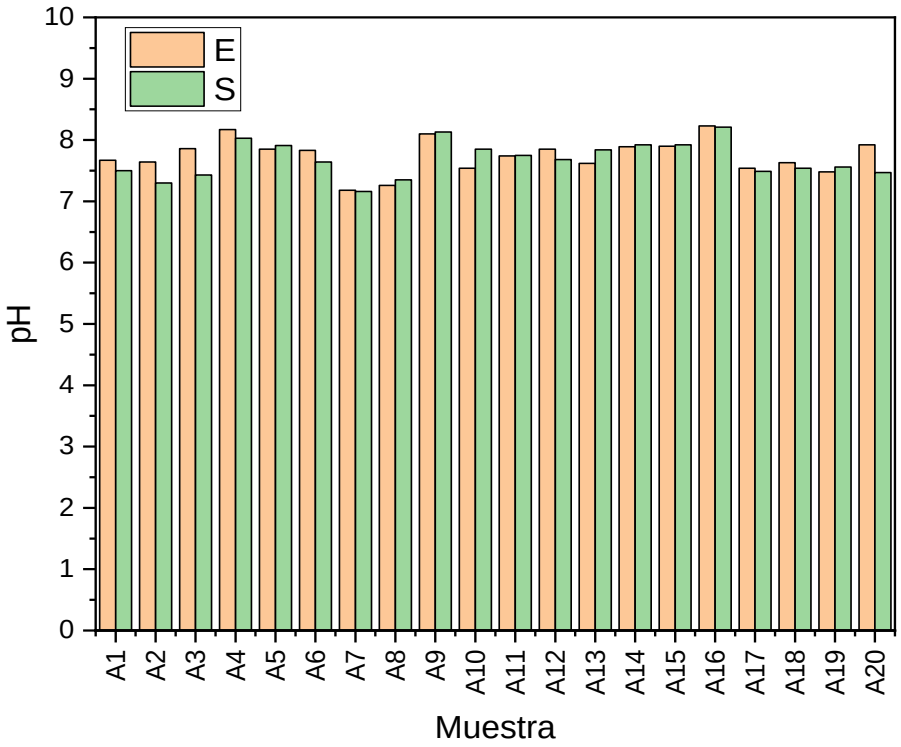


Figura 2: Resultados del contenido total de pH en las muestras de agua.

4.1.3 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:

En la Figura 3 se muestran los resultados de los niveles para conductividad eléctrica en el agua tanto en la entrada como en la salida del Ionizador en las 20 casas muestreadas para el estudio en donde se puede observar que en las casasA11 (AA.HH Mafalda Lama – Andrés Araujo), A12 (2 Etapa Ciudadela Noé – Andrés Araujo), A13 (Ciudad Universitaria – Pampa Grande), A14 (AA.HH Miguel Grau – Andrés Araujo), y la A15 (AA.HH. El Bosque – Andrés Araujo)presentan los niveles de concentración más elevados, encontrando que las demás muestras se encuentran con una concentración baja.

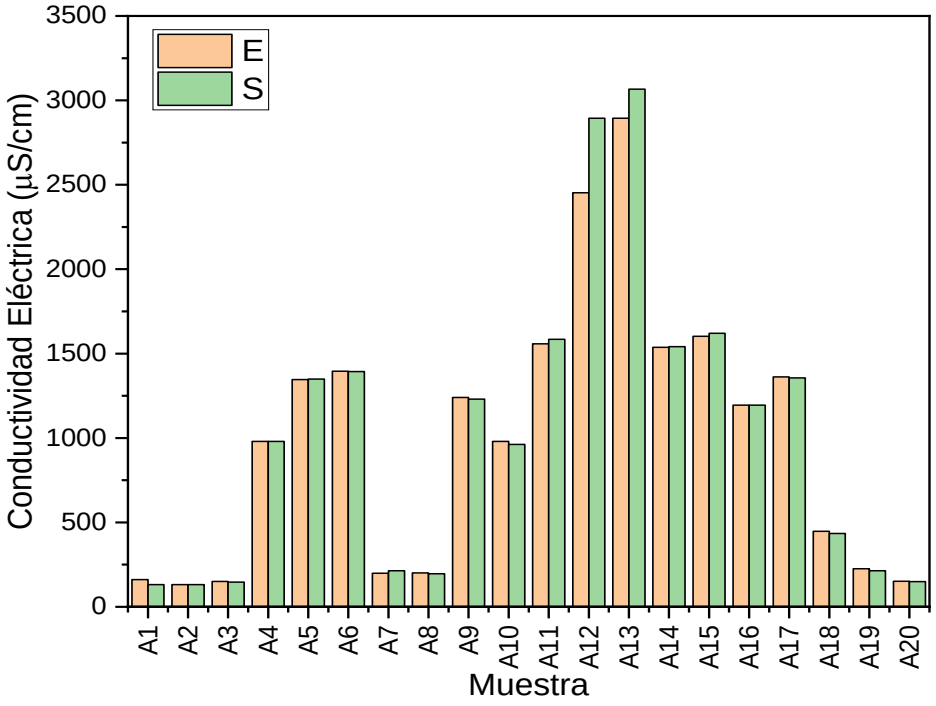


Figura 3: Resultados del contenido total de conductividad eléctrica en las muestras de agua.

4.1.4 TURBIDEZ

En la Figura 4 se muestra los niveles de turbidez del agua entrante y saliente del Ionizador en las diversas casa tomadas por el estudio los valores se encuentran entre 0.5 y 4.5 UNT, sin embargo la mayor cantidad de muestras se encuentran en valores menores de 2 UNT, siendo las muestras A1 (Barrio "El Milagro" - Tumbes) y A7 (Barrio "Las Mercedes" - Tumbes) las casas que presentan niveles altos de turbidez.

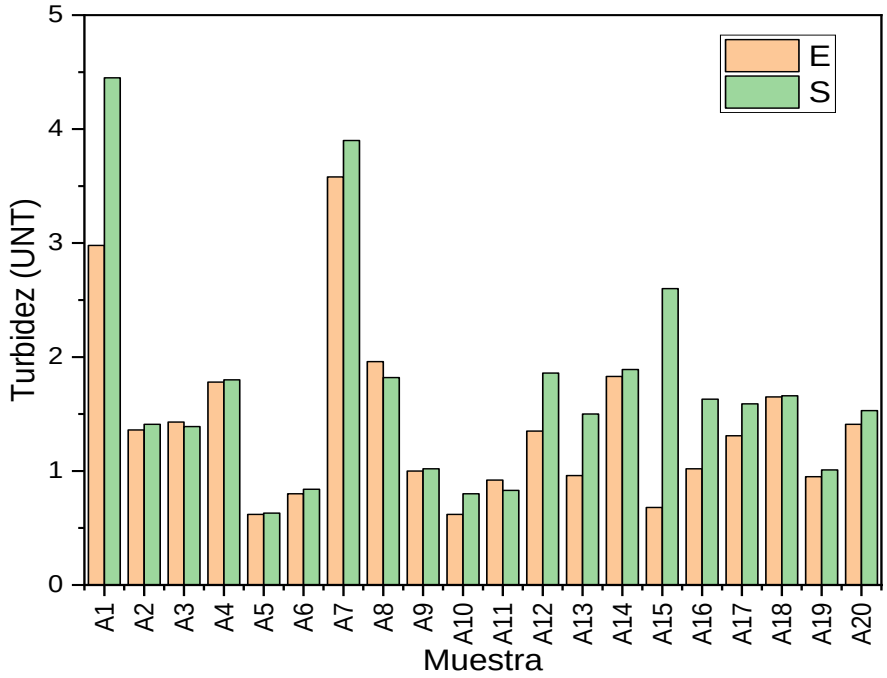


Figura 4: Resultados del contenido total de turbidez en las muestras de agua.

4.2 ANALISIS MICROBIOLOGICOS:

4.2.1 MESOFILOS VIABLES

En la Figura 5 se observa que dentro de la muestra A1 - A10 se encuentra presencia de Mesofilos Viables solo en las casas con codificación A1 (Barrio El Milagro – Tumbes), A2 (Barrio "el progreso" – Tumbes) A9 (los ángeles – Andrés Araujo), A10(Calle Filipinas – Tumbes) encontrando ausencia de Mesofilos Viables en las demás casas muestreadas.

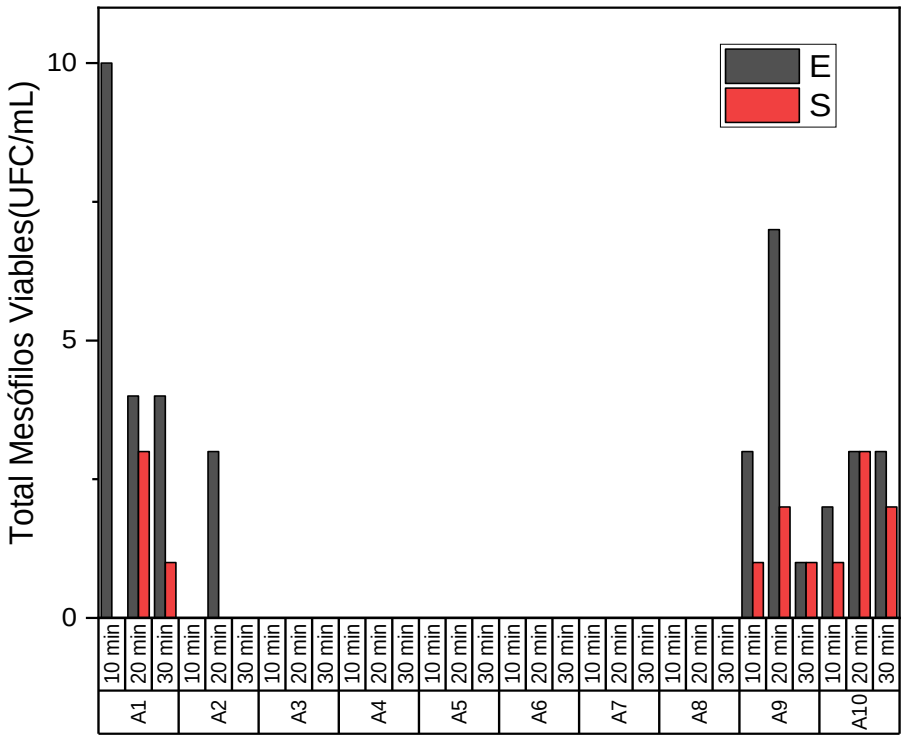


Figura 5: Resultados del contenido total de Mesofilos viables en las muestras de agua A1-A10 en diferentes tiempos de tratamiento.

En la Figura 6 se observa que de la casa A11 hasta la casa A20 se encontró presencia de Mesofilos Viables en las casas con codificación A13 (Ciudad Universitaria – tumbes), A14 (AA.HH Miguel Grau – Andrés Araujo Moran) Y A16 (El Cisne - Andrés Araujo Moran). Donde se muestra que n la entrada están los niveles más altos de Mesofilos Viables y en la salida hay una diferencia proporcional a la entrada y también se encontró Mesofilos viables en niveles muy bajos en las casa A11 (AA.HH Mafalda Lama - Andrés Araujo Moran), A12 (2 Etapa Ciudadela Noé – Andrés Araujo), A15 (AA.HH. El Bosque – Andrés Araujo), A17, A20(los edificios – Andrés Araujo).

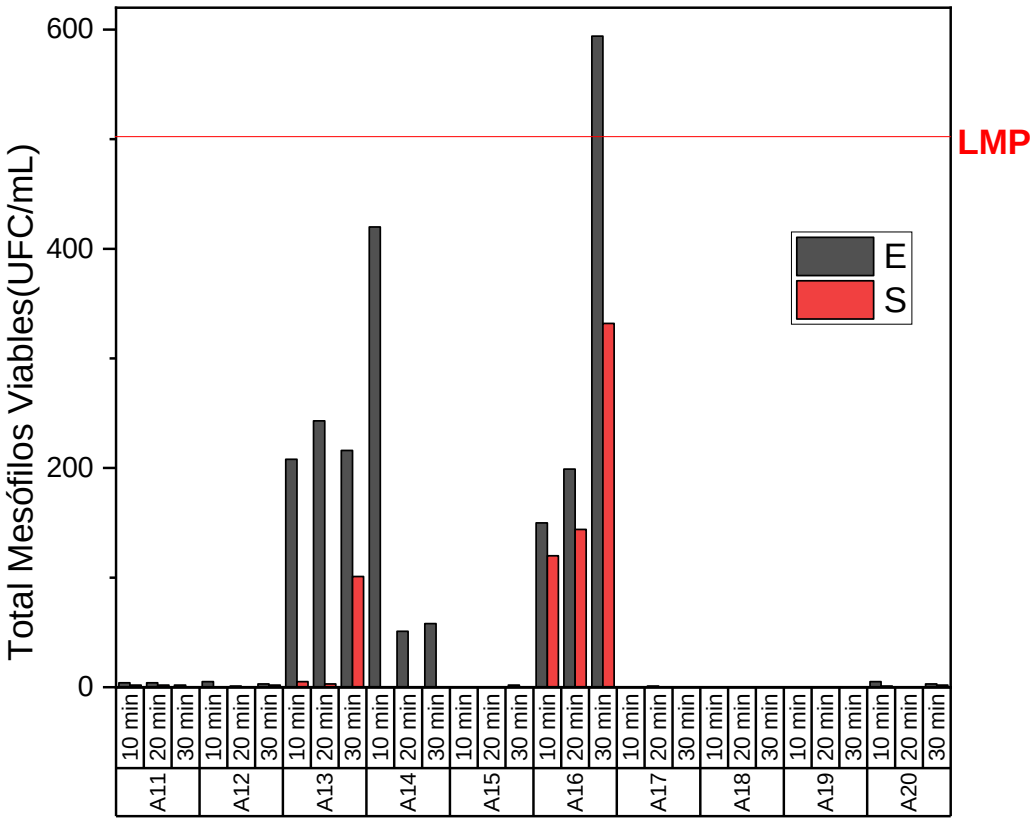
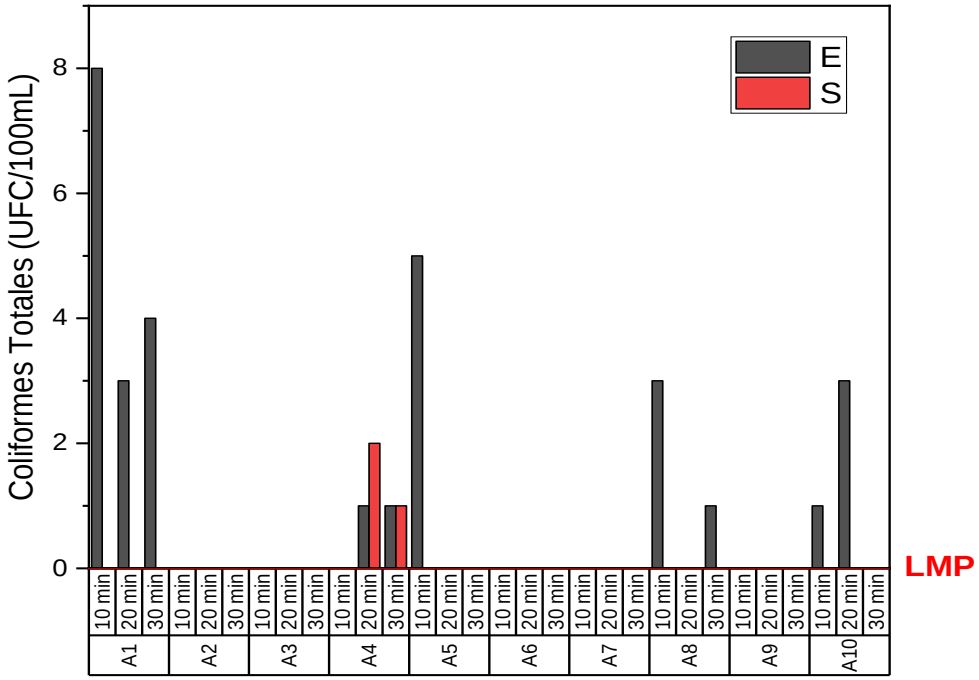


Figura 6: Resultados del contenido total de Mesofilos viables en las muestras de agua A11-A20 en diferentes tiempos de tratamiento.

4.2.2 COLIFORMES TOTALES

En la figura 7 se muestra que en la casa A1 hasta A10, se obtuvo presencia de coliformesen las casas con codificación A1 (Barrio El Milagro – Tumbes); A5 (Calle Pedro Ruiz Gallo – Andrés Araujo); A8 (calle Tarapacá 1ra cuadra – tumbes), (A10 (Calle Filipinas – Tumbes); A12 (2 Etapa Ciudadela Noé – Andrés Araujo), la casa A4 (AA.HH Alipio Rosales – Andrés Araujo) se contamino en el proceso de análisis, en donde las demás casas



muestreadas se encontró como resultado cero.

Figura 7: Resultados del contenido total de coliformes totales en las muestras de agua A1-A10 en diferentes tiempos de tratamiento.

En la figura 8 se muestra que en la casa A11 hasta A20, se obtuvo presencia de coliformes en niveles elevados en las casas con codificación A13 (Ciudad Universitaria - Tumbes), A14 (AA.HH Miguel Grau – Andrés Araujo Moran), A16 (El cisne - Andrés Araujo Moran), mientras que en las casas con codificación A12 (2da etapa Ciudadela de Noé - Andrés Araujo Moran), A17 (Calle Tarata 3ra Cuadra – tumbes), A18(Francisco Navarrete – Tumbes), A20 (los Edificios - Andrés Araujo Moran) niveles bajos que van desde 10 hasta los 200 UFC/100mL.

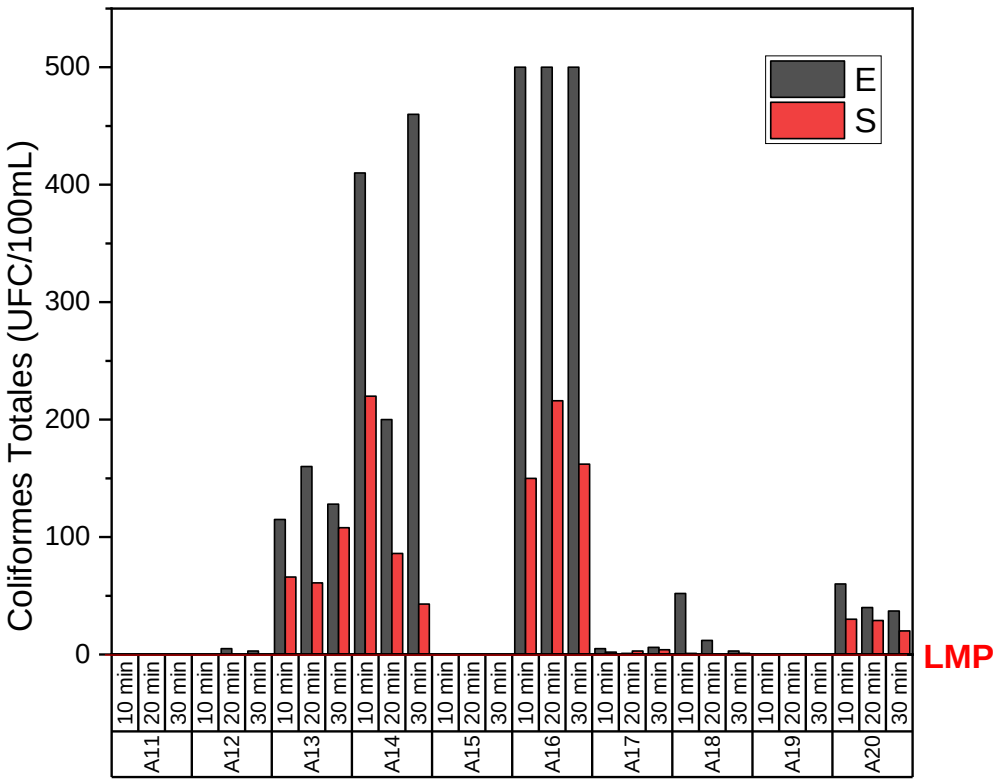


Figura 8: Resultados del contenido total de coliformes totales en las muestras de agua A11-A20 en diferentes tiempos de tratamiento.

4.2.3 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

En la figura 9 se muestra que en la casa A11 hasta A20se observaque en las casas con codificación A13 (Ciudad Universitaria – Pampa Grande), A14 (AA.HH Miguel Grau – Andrés Araujo), A16 (virgen del cisne – Andrés Araujo), A20(los edificios – Andrés Araujo) presento altos niveles de coliformesTermotolerantes. De las casas muestreadas con codificación A1 y A10 no se encontró presencia alguna de coliformesTermotolerantes debido a que estos microorganismos son resistentes a altas temperaturas.

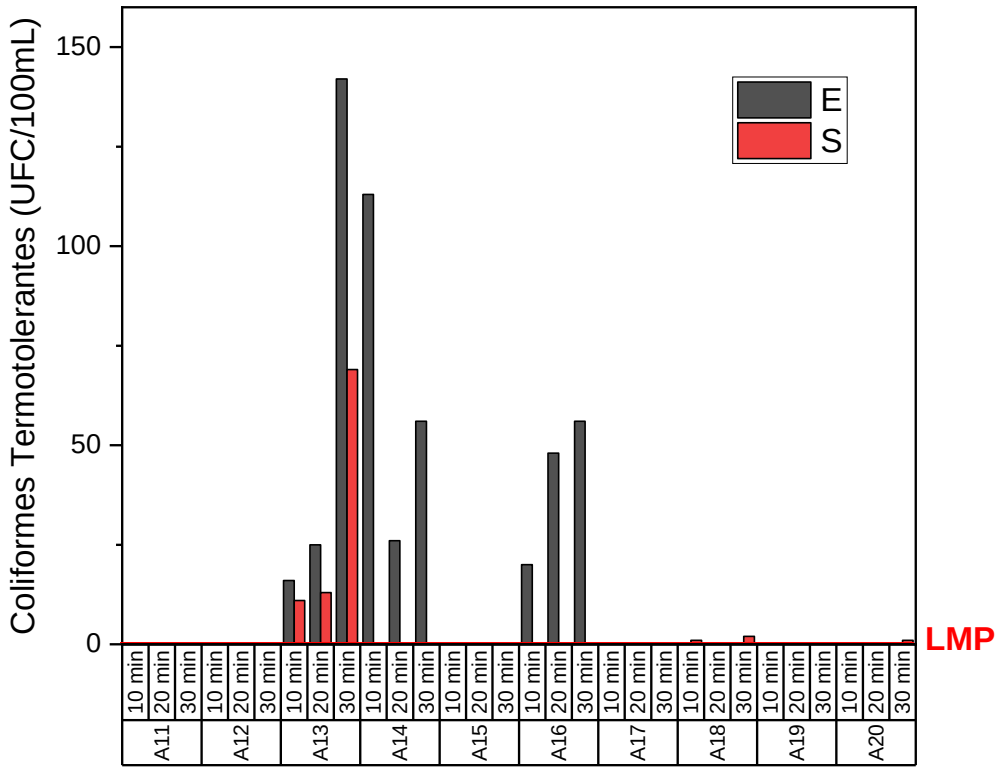
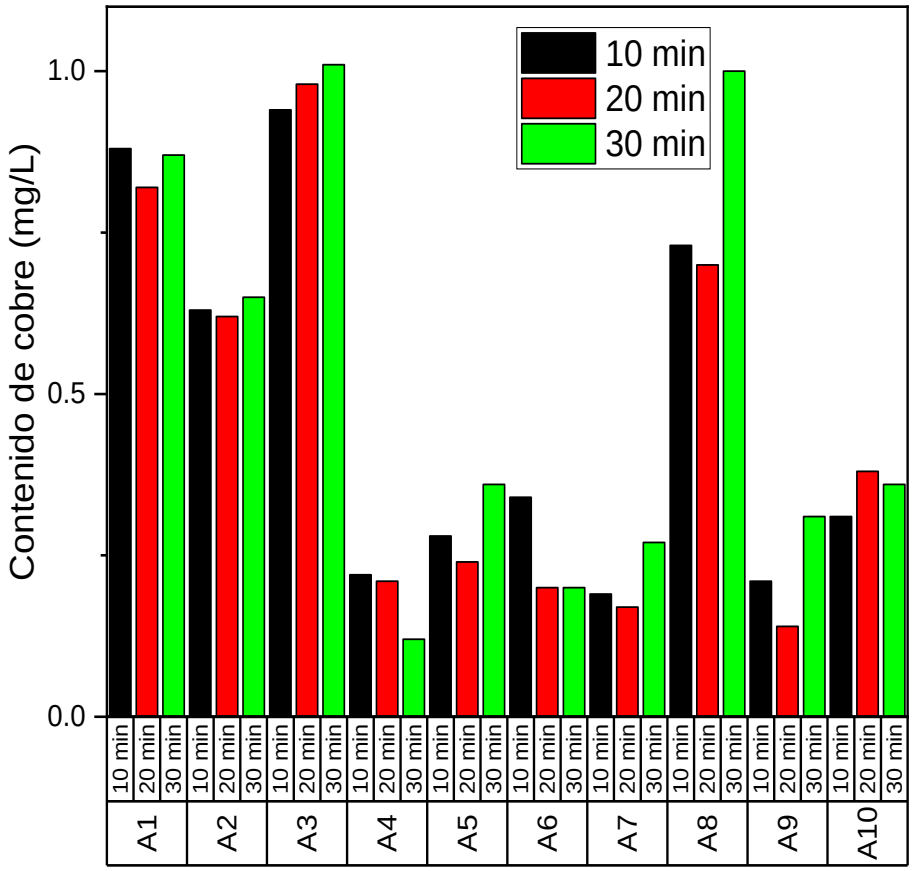


Figura 9: Resultados del contenido total de ColiformesTermotolerantes en las muestras de agua A11-A20 en diferentes tiempos de tratamiento.

4.3 PRUEBA DE COBRE

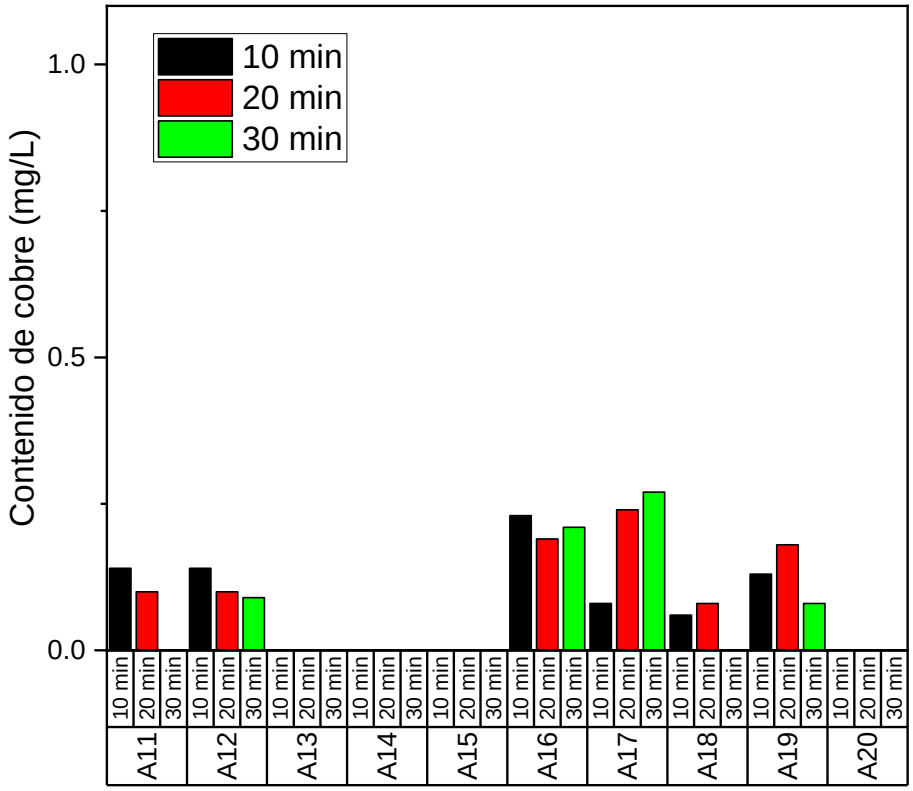
En la figura 10 se observa que de la casa A1 hasta la A10, la casa con codificación A4 (AA.HH Alipio Rosales – Andrés Araujo Moran) , A5(calle Pedro Ruiz Gallo - Andrés Araujo Moran) A6(AA.HH Mafalda Lama - Andrés Araujo Moran), A7 (Barrio "Las Mercedes" - Tumbes) A9 (Los ángeles - Andrés Araujo Moran) Y A10 (Calle Filipinas – Tumbes) se encuentra por debajo de 0.5 mg/L de cobre , encontrándose que las casa A1 (El milagro – tumbes), A2 (Barrio El Progreso – Tumbes), A3(Calle abad Puell – Tumbes), A8 (calle Tarapacá 1ra cuadra – Tumbes) presentan



valores mayores de 0.5 hasta 1 mg/L

Figura 10: Resultados del contenido total de cobre en las muestras de agua A1- A10 en diferentes tiempos de tratamiento.

Figura 11 se observa que de la casa A11 hasta la A20, la casa con codificación A13(Ciudad Universitaria – Pampa Grande), A14(AA.HH Miguel Grau – Andrés Araujo), A15(AA.HH. El Bosque – Andrés Araujo) y A20(los edificios – Andrés Araujo) salió como resultado cero mg/L. Siendo la A11 (AA.HH Mafalda Lama – Andrés Araujo), A18 (Francisco Navarrete – Tumbes) solo se encontró cobre hasta los 20 min. Encontrándose que las 10 casas muestreadas de la A11 a la



A20 se encuentran con valores de 0 a 0.5 mg/L

Figura 11: Resultados del contenido total de cobre en las muestras de agua A11- A20 en diferentes tiempos de tratamiento.

4.4 PRUEBA DE PLATA

En los resultados de la figura 12 se analizaron 10 muestras para las casas más significativas que por las cuales en los resultados de cobre se obtuvo cero mg /L siendo esto el motivo de solo haber realizado los análisis en las muestras, donde solo se encontró plata en las muestras A12 (2 Etapa Ciudadela Noé – Andrés Araujo); A15 (AA.HH. El Bosque – Andrés Araujo); A16 (virgen del cisne – Andrés Araujo); A18 (Francisco Navarrete – Tumbes); A19 (salamanca – Tumbes) en donde se encuentran por debajo de 0.5 mg/L

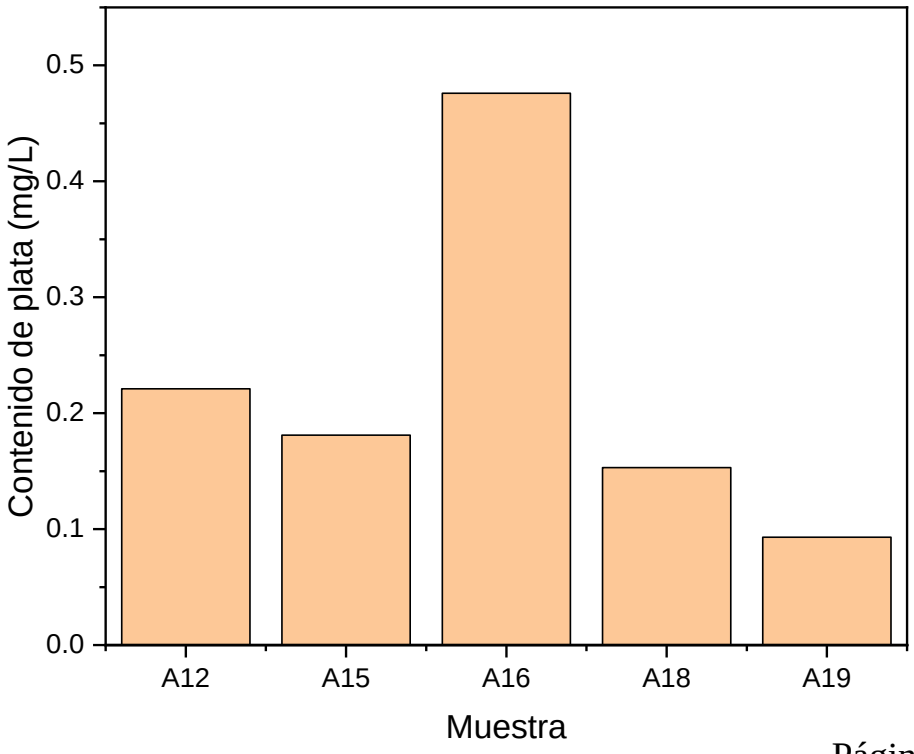


Figura 12: Resultados del contenido total de plata en las muestras de agua del A11 hasta el A20.

4.5 MEDICION DE CAUDAL:

En la figura 13 se muestra el caudal del agua entrante y también el caudal después del tratamiento en las 20 casas tomadas para la realización de este estudio donde para el caudal entrante obtienen valores entre 0,02 a 0.23 L/min y para el caudal de salida los valores se encuentran entre 0.05 hasta 0.10 L/min encontrándose diferencia entre los valores del caudal de entrada y el caudal de salida.

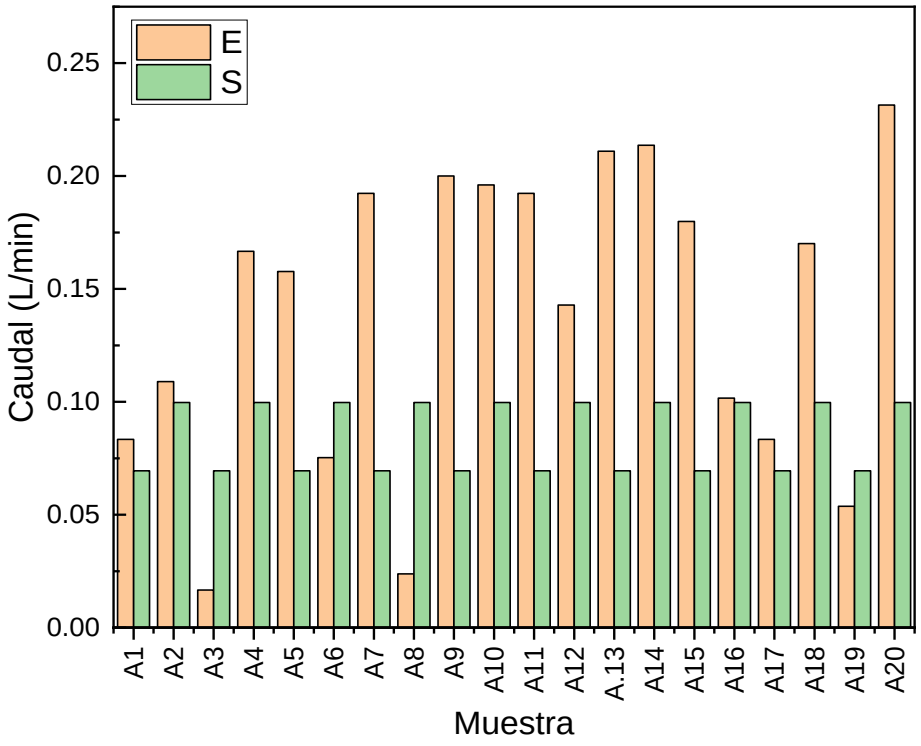


Figura 13: Resultados del contenido total de Caudal en las muestras de agua.

4.6 DISCUSIONES

En el presente estudio identificamos que los valores de cloro residual en algunas viviendas (A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A17, A18), se encuentran dentro de los valores establecidos por su SUNASS (2017), ANA (2016), esto es a la fuente de distribución sin embargo a pesar de cumplir con la cantidad de cloro necesaria para su consumo se identificó presencia de Mesofilos y bacilos en bajas concentraciones encontrándose dentro de los LMP. También se realizó muestreo en viviendas que tienen pozos elevados (A4, A12, A13, A20), se encontró presencia de cloro residual en el agua, posiblemente a que en aguas almacenad el cloro se evapora quedándose el agua desprotegida y propensa a contaminarse.

En los resultados de cobre en las muestras A13, A14, A15, A20 se encontró cero de concentración. Al relacionar este resultado con la conductividad eléctrica, se observó que cuando la conductividad eléctrica excedió los límites máximos permisibles, la eficiencia y eficacia del Ionizador era baja dándonos como resultado cero en la concentración de cobre, Además en los resultados obtenidos para la concentración de plata se observó algo parecido para las muestras A11, A13, A14, A17, A20. Según el Cristhian (1911) menciona que el cobre y sus aleaciones tienen efectos sobres los virus y las bacterias en agua, así mismo otro autor Sykes G. 1965 investigando con distintos metales, llegó a la conclusión que el cobre y otros metales tienen una baja actividad en presencia de las sales de metales mejorando la actividad de la plata.

En los valores encontrados para pH no se obtuvo ningún valor por debajo del rango recomendado de 6,5 – 8,5.Segun Popa (2015) un pH muy acido o muy básico contribuye a

la destrucción de los organismos, factores comola temperatura, alcalinidad y pH influyen en la actividad del cobre, además el pH debe de ser menor o igual de 7.3 para la eficacia del cloro libre.

Los valores de conductividad eléctrica se encuentran por debajo del límite 1500 µS/cm, excepto en algunas muestras A11, A12, A13, A14, A15 que superan el límite máximo permisible. Para el parámetro turbidez se encontró que todas las muestras estuvieron dentro de los límites máximos permisibles. (5 UNT Sunass, 2010).

Según SUNASS para mesofilos viables el LMP es de 500 UFC. Los valores se obtuvimos para mesofilos viables estaban dentro de los LMP, solo en la muestra A16 a los 30 minutos antes de la ionización excedio ligeramente de los parámetros establecidos.

Para coliformes totales el LímiteMáximo Permisible es 0 UFC. Los resultados que encontramos para las muestras A1, A4, A10, A12, A13, A14, A16, A17, A18, A20 sobrepasaron los LímitesMáximos Permisibles. También se observó que la ionización Cu – Ag disminuyo la cantidad de coliformes totales en el agua, y según los valores obtenidos, llegamos a la conclusión que la ionización cobre y plata funciona mejor con baja conductividad eléctrica y a los 10 y 20 minutos de ionización, perdiéndose la eficiencia del equipo a los 30 min. Sykes(1965) menciona que el cobre destruye los coliformes y los estafilococos en presencia de las sales de metales mejorando la actividad de la plata.

Para coliformestermotolerantesel límitemáximo permisible es de 0 UFC. Solo encontramos que lasmuestras A13, A14, A16, A20 superaron los límitesmáximos permisibles establecidos por SUNASS.Estas muestras fueron relacionadas con la conductividad

eléctrica y observamos que, a mayor conductividad eléctrica la ionización no funciona. Mariana Virginia (2015) afirma que el *E.coli* muere por la acción de 0.4 mg de Ag/l, asimismo según Sykes en (1965) demostró que los *E. coli* es eliminado en 2 horas por concentraciones de plata mayores de 0.5 ppm, necesitando 24 horas para dosis de plata inferior a 0.006 ppm. También James (1971) informó que todas las sales de plata son bactericidas y que las partículas de plata disuelta en agua en una concentración de 10^{-5}es tóxico para la *E.coli* y *bacillustiphose*

CAPITULO V: CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

- La aplicación de la ionización Cu – Ag reduce por completo la carga microbiana cuando esta es baja. Sin embargo cuando la carga microbiana es alta solo lo reduce parcialmente.

- Para los resultados de la concentración de cloro residual se encontró que teniendo el agua más de 0.5 ppm de concentración igual existe presencia de microorganismos los cuales fueron reducidos por efecto a la ionización Cu – Ag.

- En los análisis de los parámetros físico - químicos concluimos que en el pH todas las muestras se encontraron dentro de los limites máximo permisible establecidos por sunass entre 6.5 y 8.5, para la conductividad eléctrica se encontró que algunas muestras sobrepasan los valores máximos permisibles establecidos por sunass – 2010 donde nos dice que el valor máximo es de 1500 µS/cm.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un control más rigoroso en la calidad del agua que llega a las viviendas ya que en algunas muestras realizadas se observó que a pesar del cloro residual encontrado en la muestra de agua superando el 0.5ppm aun así se encontró presencia de carga microbiana.

- A partir de esta investigación se recomienda realizar todos los análisis correspondientes a cobre – plata para poder determinar cómo es que funciona la ionización en la desinfección del agua.

- Además se recomienda realizar más investigaciones en el tema de agua potable ya que es un problema global y a su vez probar el equipo con aguas con un pH entre 6.5 a 8.5 y una conductividad eléctrica baja para determinar la eficiencia del equipo de ionización cobre – plata.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ANA (2011) PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD EN CUERPOS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL, Lima-Perú.
- ANA(2016)
- Barrenecha. A (2004)
- Barboza P. (2011)
- Christian, M (1911)
- DIRESA (2012)
- DIRESA (2018). Boletin epidemiológico semanal Tumbes N°10 Pag 10.
- Jimenez (1998)
- Lenntech, edición, 1998."Tratamiento y Purificación del agua-Desinfeccion ",
- Lenntech ,(febrero, 2006) "FAQ de la microbiología del agua "
- Ministerio de Salud, "DIGESA". 2011, REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, Lima-Perú.
- Ministerio de Agricultura "MINAN", Autoridad Nacional del Agua "ANA". 2011, Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficiales. Lima – Peru.
- MINAM (2017)Decreto Supremo Nº 004-2017-
- MINAM (2017)Decreto Supremo Nº 002-2008- **"**Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). Guías para la calidad del agua potable, primer apéndice. tercera edición, Volumen 1. Ginebra.
- Organización Panamericana de la Salud. (2007). Guía para mejorar la calidad del agua ámbito rural y pequeñas ciudades. Lima – Perú. p.53 http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/guiacalidadaguarural.pdf.
- POZO, S (2009).Métodos de desinfección para la potabilización del agua.Mexico.

- POPA. M (2015) “Desinfectacion de Agua por Ionización”
- Resolución de superintendencia Nº190-97-SUNASS, 7 p. Lima SUNASS. Perú
- Ricardo, R (2012) Tratamiento y control analítico en aguas. Universidad de Cordoba.
- Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Auspiciada por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, Lima – Perú. p.32
- Sykes G, (1961) Desinfección y esterilización de aguas. Pag. 419 – 426.
- Silva, S. Martínez, E., Álvarez, A. (2002). Factibilidad técnica para emplear iones plata y cobre electro generados en el control microbiológico de los sistemas de enfriamiento.Rev. Int. Contam. Ambient. 18 (3) 117-130.

ANEXOS

TABLA Nº 01 CÁLCULO DEL CAUDAL.

Viviendas	Tiempo (Seg)	Volumen (L)	Caudal de entrada (L/Seg)	Tiempo (Seg)	Volumen (L)	Caudal de salida (L/Seg)
A1	12	1	0.0833333	14.4	1	0.06944444
A2	9.18	1	0.1089325	10.03	1	0.0997009
A3	60	1	0.0166667	56	1	0.06944444
A4	6	1	0.1666667	5.49	1	0.0997009
A5	6.34	1	0.1577287	6.59	1	0.06944444
A6	6.64	0.5	0.0753012	8	0.5	0.0997009
A7	2.6	0.5	0.1923077	2.9	0.5	0.06944444
A8	42	1	0.0238095	56	1	0.0997009
A9	2.5	0.5	0.2	4.59	0.5	0.06944444
A10	2.55	0.5	0.1960784	2.63	0.5	0.0997009
A11	2.6	0.5	0.1923077	3	0.5	0.06944444
A12	3.5	0.5	0.1428571	4.88	0.5	0.0997009
A13	2.37	0.5	0.2109705	2.43	0.5	0.06944444
A14	2.34	0.5	0.2136752	2.38	0.5	0.0997009
A15	2.78	0.5	0.1798561	2.9	0.5	0.06944444
A16	4.92	0.5	0.101626	5.09	0.5	0.0997009
A17	6	0.5	0.0833333	6.07	0.5	0.06944444
A18	2.94	0.5	0.170068	3.07	0.5	0.0997009
A19	9.3	0.5	0.0537634	10.57	0.5	0.06944444
A20	2.16	0.5	0.2314815	2.3	0.5	0.0997009

TABLA N° 02: RESULTADOS CLORO RESIDUAL

código	Cloro Residual (ppm)
A1	1
A2	1
A3	1
A4	0
A5	1.2
A6	1
A7	1.3
A8	1.5
A9	0.7
A10	0.8
A11	0.5
A12	0
A13	0
A14	0.3
A15	0.5
A16	0
A17	0.3
A18	1
A19	1.3
A20	0

TABLA N° 03: MUESTRA DE COBRE

Código	prueba de cobre		
	10' min	20' min	30'min
A1	0.88	0.82	0.87
A2	0.63	0.62	0.65
A3	0.94	0.98	1.01
A4	0.22	0.21	0.12
A5	0.28	0.24	0.36
A6	0.34	0.2	0.2
A7	0.19	0.17	0.27
A8	0.73	0.7	1
A9	0.21	0.14	0.31
A10	0.31	0.38	0.36
A11	0.14	0.1	0
A12	0.14	0.1	0.09
A13	0	0	0
A14	0	0	0
A15	0	0	0
A16	0.23	0.19	0.21
A17	0.08	0.24	0.27
A18	0.06	0.08	0
A19	0.13	0.18	0.08
A20	0	0	0

TABLA N°4: RESULTADOS MICROBIOLOGICOS

Código	Tratamientos	Mesofilos viables			Coliformes Totales			ColiformesTermotolerantes		
		10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min
	Sin Cu-Ag	10	4	4	8	3	4	0	0	0
A1	Cu-Ag	0	3	1	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	0	3	0	0	0	0	0	0	0
A2	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sin Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**
A4	**Cu-Ag**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**
	sin Cu-Ag	0	0	0	5	0	0	0	0	0
A5	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sin Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sinCu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A7	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sin Cu-Ag	0	0	0	3	0	1	0	0	0
A8	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	3	7	1	0	0	0	0	0	0
A9	Cu-Ag	1	2	1	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	2	3	3	1	3	0	0	0	0
A10	Cu-Ag	1	3	2	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	4	4	2	0	0	0	0	0	0
A11	Cu-Ag	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	5	1	3	0	5	3	0	0	0
A12	Cu-Ag	0	0	2	0	0	0	0	0	0

	Sin Cu-Ag	208	243	216	115	160	128	16	25	142
A13	Cu-Ag	5	3	101	66	61	108	11	13	69
	Sin Cu-Ag	420	51	58	410	200	460	113	26	56
A14	Cu-Ag	0	0	0	220	86	43	0	0	0
	sin Cu-Ag	0	0	2	0	0	0	0	0	0
A15	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	150	199	594	>500	>500	>500	20	48	56
A16	Cu-Ag	120	144	332	150	216	162	0	0	0
	Sin Cu-Ag	0	1	0	5	1	6	0	0	0
A17	Cu-Ag	0	0	0	2	3	4	0	0	0
	Sin Cu-Ag	0	0	0	52	12	3	0	0	0
A18	Cu-Ag	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	sin Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A19	Cu-Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sin Cu-Ag	5	0	3	60	40	37	0	0	0
A20	Cu-Ag	1	0	2	30	29	20	0	0	1

TABLA N° 05: PARAMETROS FISICOS – QUIMICOS.

	tratamiento	ph	Cond. Eléctrica	turbidez
1	sin cu-ag	7.67	160.9	2.98
	cu-ag	7.5	132.1	4.45
2	sin cu-ag	7.64	131.3	1.36
	cu-ag	7.3	131.7	1.41
3	sin cu-ag	7.86	150	1.43
	cu-ag	7.43	146.4	1.39
4	sin cu-ag	8.17	980	1.78
	cu-ag	8.03	980	1.8
5	sin cu-ag	7.85	1346	0.62
	cu-ag	7.91	1349	0.63
6	sin cu-ag	7.83	1396	0.8
	cu-ag	7.64	1394	0.84
7	sin cu-ag	7.18	199	3.58
	cu-ag	7.16	214	3.9
8	sin cu-ag	7.26	201	1.96
	cu-ag	7.35	196	1.82
9	sin cu-ag	8.1	1240	1
	cu-ag	8.13	1230.83	1.02
10	sin cu-ag	7.54	980	0.6
	cu-ag	7.85	962	0.8
11	sin cu-ag	7.74	1558	0.92
	cu-ag	7.75	1585	0.83
12	sin cu-ag	7.85	2453	1.35
	cu-ag	7.68	2435	1.86
13	sin cu-ag	7.62	2894	0.96
	cu-ag	7.84	3066	1.5
14	sin cu-ag	7.89	1537	1.83
	cu-ag	7.92	1541	1.89
15	sin cu-ag	7.9	1603	0.68
	cu-ag	7.92	1620	2.6
16	sin cu-ag	8.23	1195	1.02
	cu-ag	8.21	1195	1.63
17	sin cu-ag	7.54	1362	1.31
	cu-ag	7.49	1356	1.59
18	sin cu-ag	7.63	447	1.65
	cu-ag	7.54	435	1.66
19	sin cu-ag	7.48	226	0.95
	cu-ag	7.56	214	1.01
20	sin cu-ag	7.92	151.8	1.41
	cu-ag	7.47	149.7	1.53

LIMITES MAXIMO PERMISIBLES (LMP) RFERENCIALES DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA8

PARAMETROS	LMP	REFERENCIA
coliformes totales ufc/100ml	**0 (AUSENCIA)**	**(1)**
coliformestermotolerantesufc/100ml	**0 (AUSENCIA)**	**(1)**
bacterias heterotróficasufc/ml	**500**	**(1)**
pH	**6.5 – 8.5**	**(1)**
Turbidez UNT	**5**	**(1)**
Conductividad 25°C uS/cm	**1500**	**(3)**
Color UCV – pt-Co	**20**	**(2)**
Cloruros mg/L	**250**	**(2)**
Sulfatos mg/L	**250**	**(2)**
Dureza ml/L	**500**	**(3)**
Nitratos mg NO_3/L (*)	**50**	**(1)**
Hierro mg/L	**0.3**	**0.3(Fe + Mn =0.5) (2)**
Manganeso mg/L	**0.2**	**0.2 (Fe + Mn=0.5) (2)**
Aluminio mg/L	**0.2**	**(1)**
Cobre mg/L	**3**	**(2)**
Plomo mg/L (*)	**0.1**	**(2)**
Cadmio mg/L (*)	**0.003**	**(1)**
Arsénico mg/L (*)	**0.1**	**(2)**
Mercurio mg/L (*)	**0.001**	**(1)**
Cromo mg/L (*)	**0.05**	**(1)**
Flúor mg/L	**2**	**(2)**
Selenio mg/L	**0.05**	**(2)**

Resolución de superintendencia Nº190-97-SUNASS, 7 p. Lima SUNASS. Perú

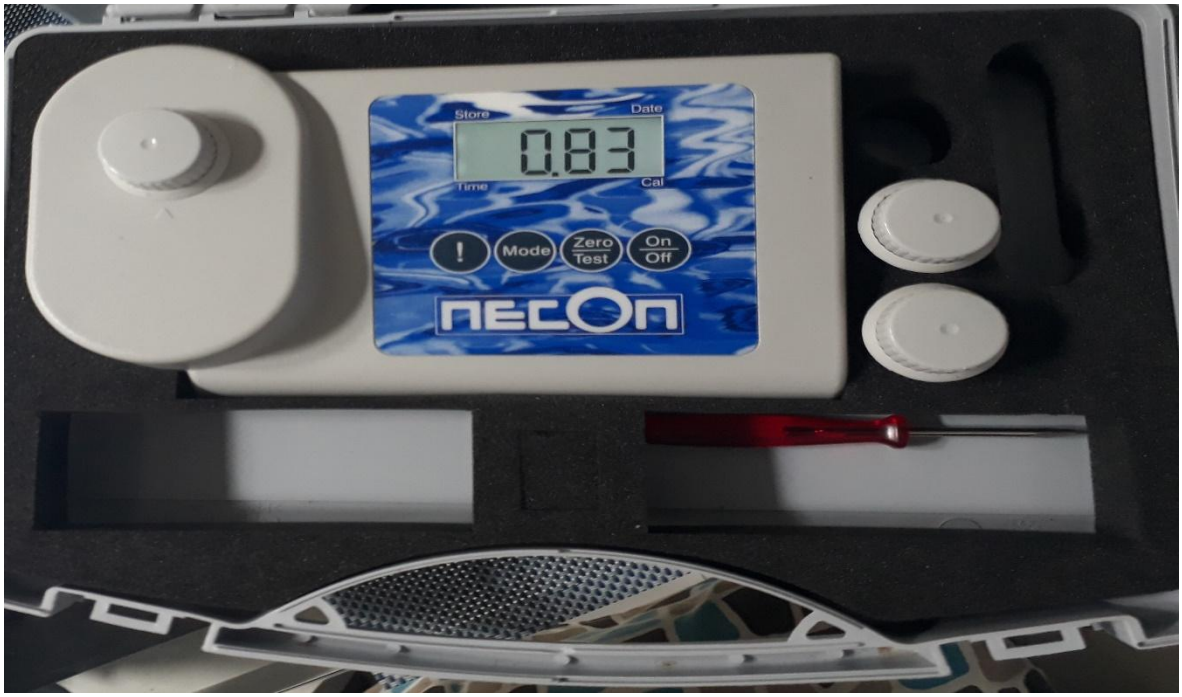
TABLA 6: viviendas con tanque elevado.

Código de Muestra	**Lugar**	**Localidad**	**Pozo elevado**	
			si	**No**
A.1	Barrio El Milagro	Tumbes		X
A.2	Barrio El Progreso	Tumbes		X
A.3	Calle Abad Puell	Tumbes		X
A.4	AA.HH Alipio Rosales	Andrés Araujo Moran	X	
A.5	Calle Pedro Ruiz Gallo	Andrés Araujo Moran		X
A.6	AA.HH. La Mafalda	Andrés Araujo Moran		X
A.7	Barrió Las Mercedes.	Tumbes		X
A.8	Calle Tarapacá 1era cuadra	Tumbes	X	
A.9	los ángeles	Andrés Araujo Moran		X
A.10	Calle Filipinas	Tumbes	X	
A.11	AA.HH Mafalda Lama	Andrés Araujo Moran		X
A.12	2 Etapa Ciudadela Noé	Andrés Araujo Moran	X	
A.13	Ciudad Universitaria	Tumbes	X	
A.14	AA.HH Miguel Grau	Andrés Araujo Moran		X
A.15	AA.HH. El Bosque	Andrés Araujo Moran		X
A.16	El cisne	Andrés Araujo Moran	X	
A.17	Calle Tarata 3ra cuadra	Tumbes		X
A.18	Francisco Navarrete	Tumbes	X	
A.19	salamanca	Tumbes		X
A.20	los edificios	Andrés Araujo Moran	X	

GALERIA DE FOTOS

Imagen 1: Conexión del Ionizador al Grifo para la toma de muestra.

Imagen 2: Conexión del equipo de filtración y bomba de vacío para realizar los análisis



microbiológicos.

Imagen 3: equipo Nec – one para la medición de cobre en las muestras recolectadas.

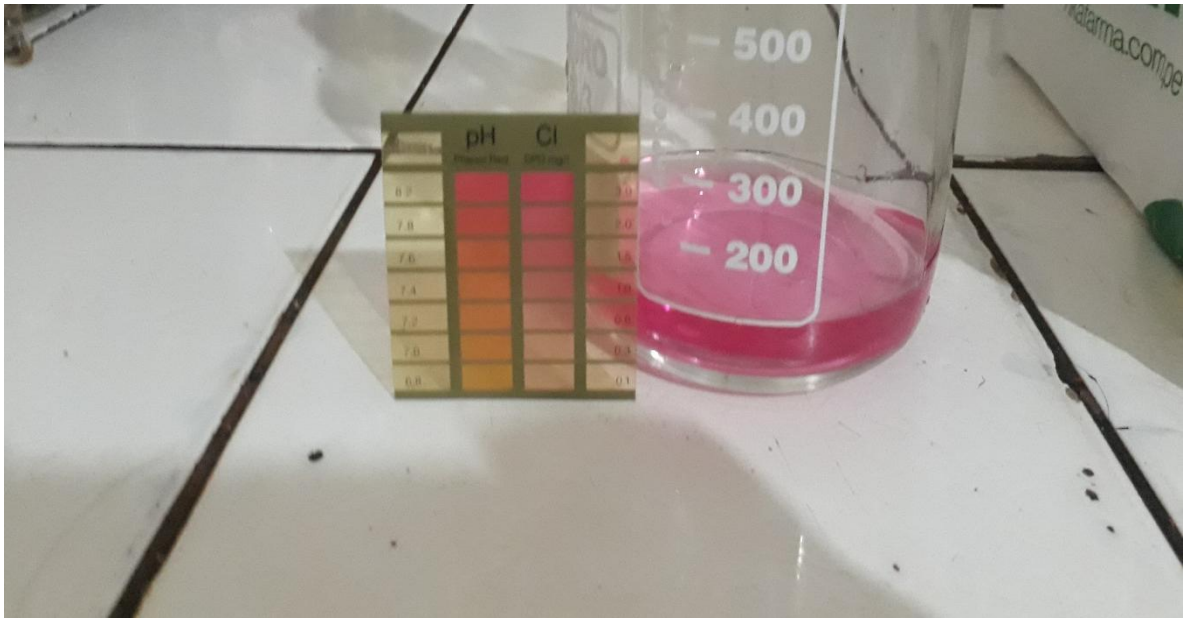


Imagen 4: test comparativo de prueba de cloro residual.

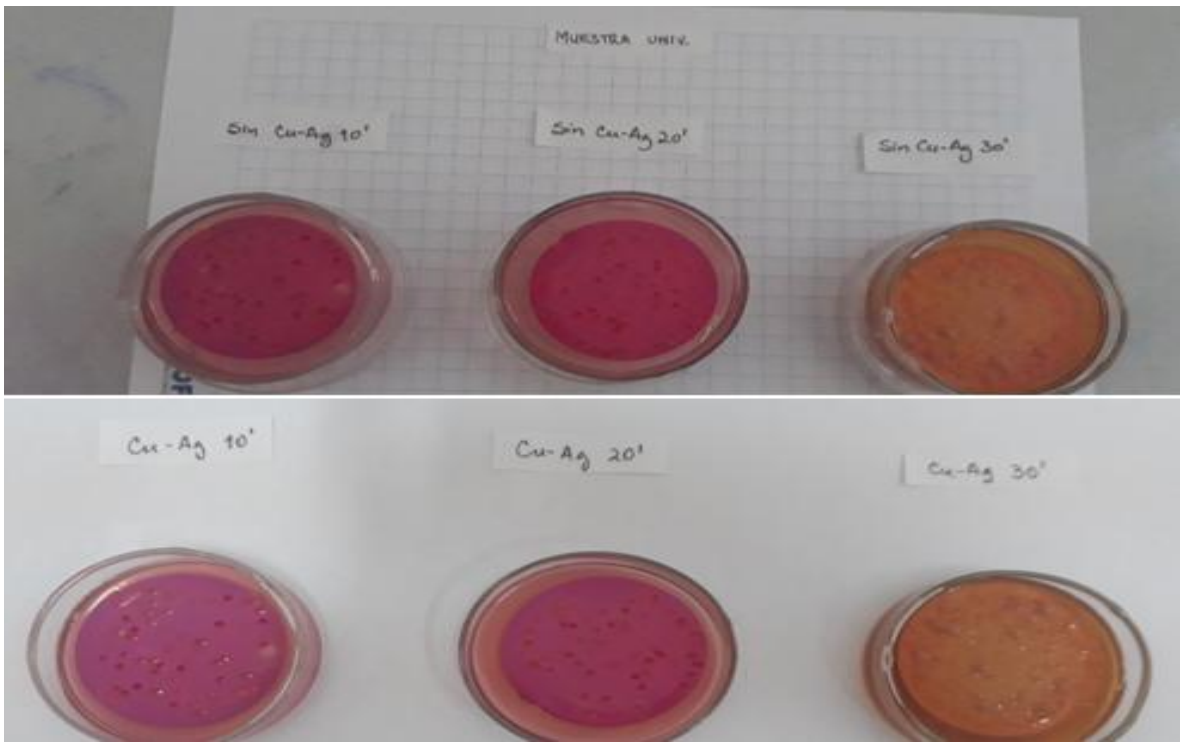


Imagen 5: cámara de flujo laminar.

Imagen 6: resultados de coliformes totales de la muestra recolectada en la universidad nacional de tumbes

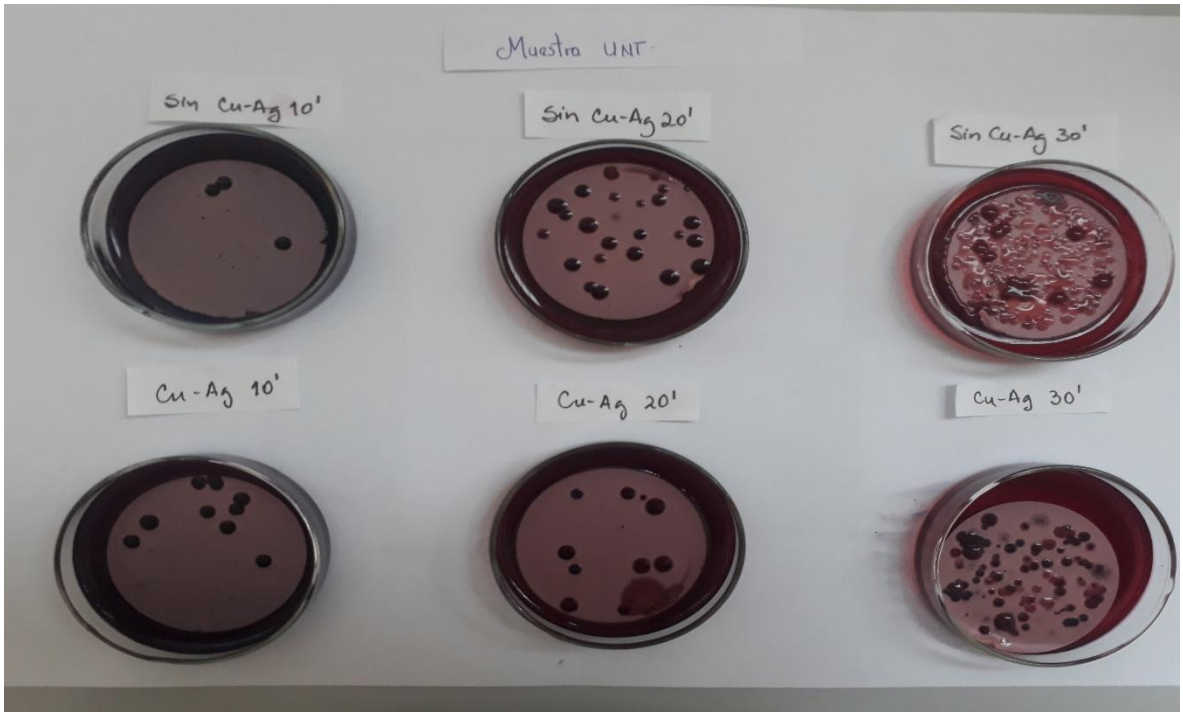


Imagen 7: resultados de coliformestermotolerantes de la muestra recolectada en la universidad nacional de tumbes.

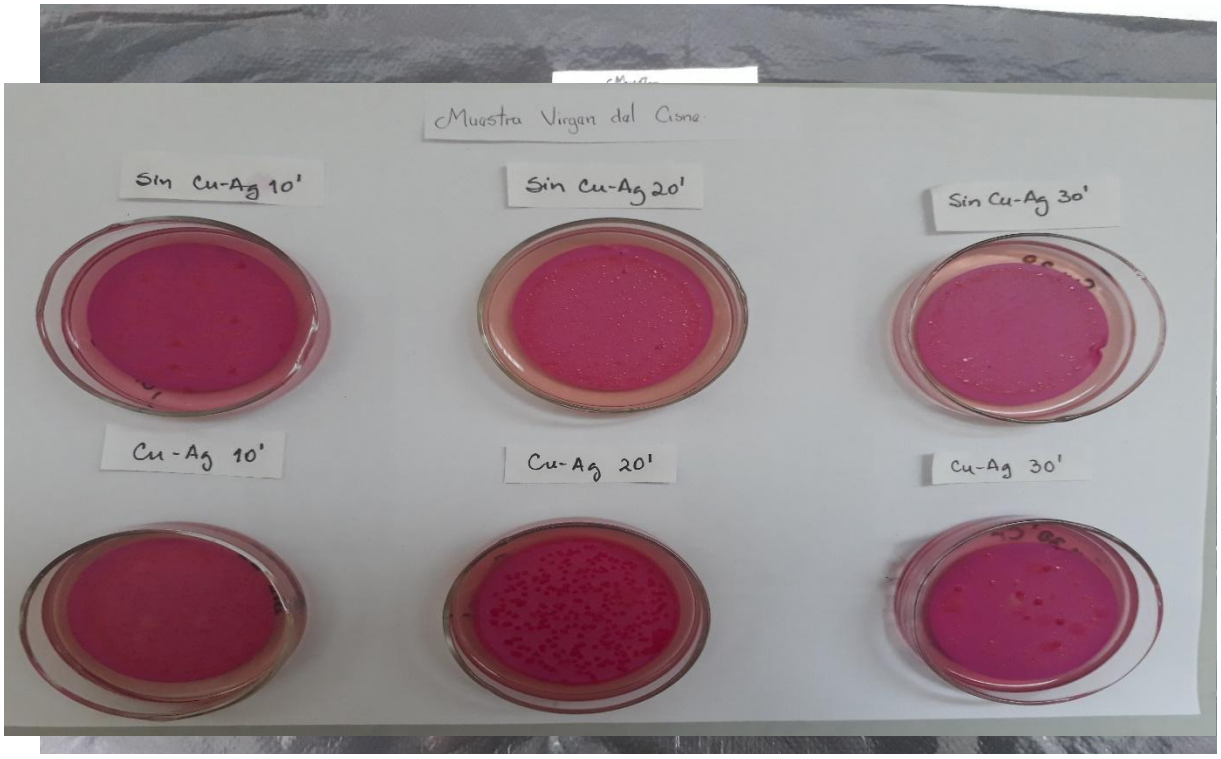
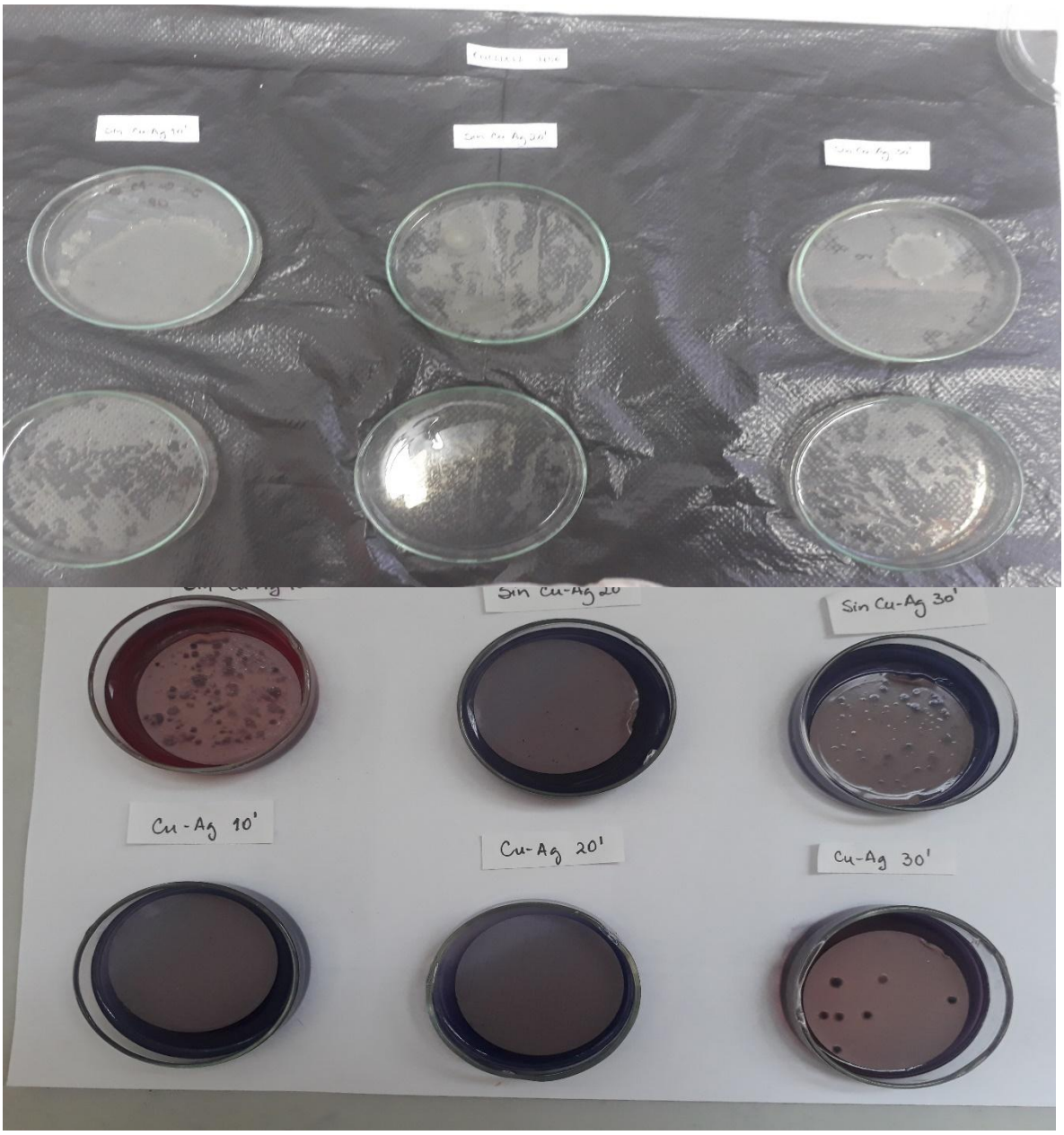


Imagen 7: resultados de los mesofilos viables de muestra recolectada en el sector de puyango – miguel Grau.

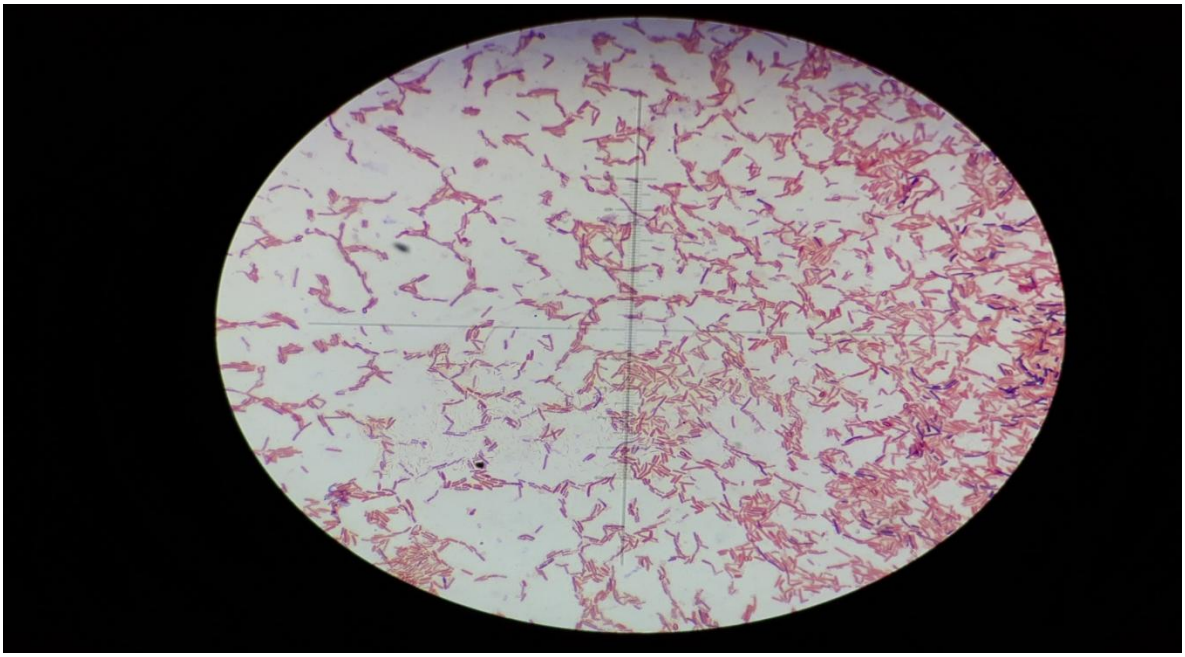
Imagen 8: resultados de los coliformestermotolerantes de la muestra de agua recolectada del sector puyango – virgen del cisne.

Imagen 9: resultados de los coliformes totales de la muestra de agua recolectada del sector



puyango – virgen del cisne.

Imagen 10: resultados de los mesofilos viables de la muestra de agua recolectada en el sector



puyango – virgen del cisne.

Imagen 11: basilus gran negativos encontrados en la muestra A2 sector de tumbes - barrio San Jose.