



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE
AGUAS DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA DE LA ZONA CENTRAL DEL
ECUADOR”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Laboratorio Clínico

Autora: Llagua Arévalo, Tannia Verónica

Tutor: Dr. Mg. Galárraga Pérez, Edison Arturo

Ambato – Ecuador

Febrero - 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”, de Tannia Verónica Llagua Arévalo, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Junio 2019

EL TUTOR

.....

Dr. Mg. Galárraga Pérez Edison Arturo

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Informe de Investigación:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”, como también los contenidos, resultados, análisis, conclusiones son de mi exclusividad responsabilidad como autora de este Trabajo de Grado.

Ambato, Junio 2019

LA AUTORA

.....
Llagua Arévalo, Tannia Verónica

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto investigativo o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto de Investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este Proyecto Investigativo, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta producción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Junio 2019

LA AUTORA

.....
Llagua Arévalo, Tannia Verónica

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el Tema: **“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”** de Tannia Verónica Llagua Arévalo, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato Febrero del 2020

Para constancia firman

.....
PRESIDENTA

.....
1er VOCAL

.....
2do VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por la salud por darnos fortaleza para seguir nuestro camino y llegar a mi meta a mis padres Jimmy e Isabel que sin lugar a duda me han apoyado para el término de esta hermosa carrera que escogí para mi futuro, gracias por su esfuerzo por sus consejos y creer en mi lo logre , sin lugar a duda su apoyo fue sin límites y en todas las formas que una hija podría necesitar, a mis hermanos: Patricio gracias hermano tu siempre fuiste el mejor regalo que Dios me dio, por tu apoyo y por siempre creer en mí, te dedico este que ha sido un gran logro , María de los Ángeles y Saúl mis últimos hermanos a quien adoro y quiero y siempre e impulsado su perseverancia he aquí los resultados del esfuerzo ,que son el tesoro máspreciado y mi compañía para seguir adelante gracias a su compañía y apoyo, a mi querida hija Dayana desde su nacimiento siempre iluminó mi vida y es mi motor para seguir adelante. Gracias a mi esposo Gabriel por estar cada momento cada minuto de su tiempo apoyándome para el término de esta meta. Los amo tanto que cada esfuerzo, cada una de las lágrimas que derramare de felicidad será por ustedes .Lo logramos juntos, a mis Angelitos mis abuelos jamás los olvidaría gracias por cuidarme desde el cielo, hoy he cumplido mi promesa, y sin olvidar su consejo “El dinero viene y va pero una persona solidaria de buenos valores jamás se ira”. Logre lo que muchos pensaban que jamás lo haría. Y como no dedicarle a tan hermosa Laguna del Quilotoa un tesoro de Ecuador que muy pocos conocen, gracias a ella cumpliré mi sueño de obtener mi título.

Tannia Llagua

AGRADECIMIENTO

Tener tropiezos en la vida sin duda es parte de nuestra formación como seres humanos, tener errores en cada etapa de nuestra vida es una verdad .Cada adversidad que tuve en mi vida se la debo a Dios porque me ayuda a superar muchas pruebas que me pusieron de rodillas ante el pero que me levanto y me ayudo a seguir adelante por eso es que estoy agradecida con su infinita misericordia y ayudarme a seguir y no volver a fallar. Gracias a mi madre Isabel que siempre me apoyo con sus consejos para ser una buena madre, hija, hermana, amiga, ser mujer muchas veces significo ser lo más difícil de mi vida pero gracias a ti madre comprendí cual es nuestra misión en la tierra. A mi padre, Jimmy infinitamente agradecida por sus magnifico y acertado futuro para mi ser parte de una carrera de Salud no es fácil, pero tú siempre me impulsaste a este camino de ayuda a mi prójimo pensando siempre en ser solidaria para llegar finalmente a portar un mandil blanco donde orgullosamente portaría mi nombre y su apellido que sin lugar a duda hoy lo llevo con orgullo, respeto y honor. Ser madre fue el mejor regalo que Dios me brindo gracias querida hija Dayana por tu presencia eres y serás la niña de mis ojos mi fuente de energía, solo mirarte me da las fuerzas para no decaer y seguir en la lucha de la vida. Que sería de mi vida sin mis hermanos Patricio María de los Ángeles y Saúl que siempre estuvo a mi lado cada uno de ustedes me ayudó a ser mejor día a día.

A mi esposo Gabriel gracias por apoyarme estar en los momentos más difíciles de mi vida hoy tu presencia en mi vida me ayuda a sonreír a ser feliz y saber que si es posible llegar a cumplir los sueños.

A mi tutor, y como no decir un gran amigo el Dr. Mg. Edison Galárraga Pérez gracias por su apoyo cada uno de los consejos sé que me servirá para mi futuro en mi vida y mi profesión de todo corazón muchas gracias.

A mis profesores que me ayudaron con mi formación desde el primer día que acudí a mi primera clase Dios les pague por tanta paciencia y sus conocimientos y siempre los llevare gracias por sembrar el valor moral.

Tannia Llagua

I. Tabla de contenido

| | |
|---|-----|
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| DERECHOS DE AUTOR | iv |
| APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| RESUMEN | xvi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 2 |
| MARCO TEÓRICO..... | 2 |
| 1.1 TEMA: | 2 |
| “CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICA DE AGUA, DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA, DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR” | 2 |
| 1.2 OBJETIVO GENERAL..... | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 2 |
| 1.4 PREGUNTAS DIRECTRICES | 3 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.6 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 5 |
| 1.6.1 ESTADO DEL ARTE..... | 5 |
| 1.7 FUNDAMENTO TEÓRICO | 7 |
| 1.7.1 AGUA..... | 7 |
| 1.7.2 EL ANÁLISIS DE AGUA..... | 8 |
| 1.7.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA..... | 9 |
| 1.7.4 EXAMEN MICROBIOLÓGICO DEL AGUA | 10 |
| 1.7.5 CATEGORIZACIÓN DE LAS AGUAS DE ACUERDO A SU TEMPERATURA..... | 11 |
| 1.7.6 LAGUNAS | 12 |
| 1.7.7 TIPOS DE LAGUNAS | 12 |
| Tabla 1: Clasificación y relación del color y sabor del agua. | 14 |
| 1.7.8 LÍMITES DE IONES, METALES ALCALINOS Y METALES PESADOS, PERMITIDOS EN EL AGUA..... | 16 |
| 1.8 MICROORGANISMOS | 17 |
| Tabla 2: Características de los microorganismos..... | 17 |
| 1.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS CÉLULAS PROCARIOTA | 18 |

| | |
|--|----|
| Tabla 3. Estructuras primordiales que componen las paredes celulares de las bacterias Gram positivas y negativas. | 18 |
| 1.8.2 TIPOS DE CÉLULA PROCARIOTA | 18 |
| 1.9 TECNICAS DE AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE BACTERIAS | 20 |
| 1.10 MEDIOS DE CULTIVO | 21 |
| 1.10.1 Medios Sintéticos..... | 21 |
| 1.10.2 Medios Complejos o indefinidos | 21 |
| 1.10.3 Enriquecidos | 21 |
| 1.10.4 Selectivos | 22 |
| 1.10.5 Diferenciales | 22 |
| 1.11 Medios de Cultivo Líquidos..... | 22 |
| 1.12 Agar Sangre | 23 |
| Tabla 4. Formula e instrucciones del Agar Sangre (Britania, 2015)..... | 23 |
| 1.12.1 Fundamento..... | 23 |
| 1.13 Hemólisis: | 24 |
| Grafico 1: Tipos de hemolisis | 24 |
| 1.13.1 Tipos de Hemólisis..... | 24 |
| 1.14 Agar Mueller Hintol..... | 25 |
| Tabla 5. Formula e instrucciones del Agar Mueller Hintol (BritaniaLab, 2015)..... | 25 |
| 1.14.1 Fundamento..... | 25 |
| 1.15 Agar E.M.B..... | 26 |
| Tabla 6. Formula e instrucciones del Agar E.M.B (BritaniaLab, 2015)..... | 26 |
| 1.15.1 Fundamento..... | 26 |
| 1.16 Agar Salmonella Shigella..... | 27 |
| Tabla 7. Formula e instrucciones del Agar Salmonella Shigella (BritaniaLab, 2015)..... | 27 |
| 1.16.1 Fundamento..... | 27 |
| 1.17 Agar Mac Conkey Agar | 28 |
| Tabla 8. Formula e instrucciones del Agar Mac Conkey (BritaniaLab, 2015) | 28 |
| 1.17.1 Fundamento..... | 28 |
| 1.18 TÉCNICA DE ESTRIADO | 29 |
| Grafico 2: Técnica de estriado | 29 |
| 1.19 TÉCNICAS DE AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIACEAE | 29 |
| 1.8 PRUEBAS BIOQUÍMICAS | 30 |

| | |
|---|----|
| Tabla 9: Identificación del microorganismo <i>Staphylococcus aureus</i> | 32 |
| Gráfico 3: Agar Manitol salado en presencia de <i>Staphylococcus aureus</i> . La producción de ácidos que provienen de la fermentación del manitol se detecta por el cambio de color de indicador de pH presente en el medio Manitol (rojo fenol) (amarillo) (+). | 33 |
| 1.20 PLACAS PETRIFILM..... | 33 |
| 1.21 Beneficios: | 34 |
| CAPÍTULO II..... | 35 |
| METODOLOGÍA | 35 |
| 2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 35 |
| 2.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN | 36 |
| 2.4 SELECCIÓN DEL ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO | 36 |
| 2.5 POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 37 |
| 2.6 PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA: | 37 |
| Gráfico 4: Plano de la Laguna de Quilotoa y sus ejes a investigarse..... | 38 |
| Tabla 10: Puntos de Toma de Muestras de la Laguna de Quilotoa..... | 38 |
| 2.6.1 TAMAÑO DE MUESTRA..... | 39 |
| 2.6.2 TOMA DE MUESTRA DE LA LAGUNA | 39 |
| 2.7 TÉCNICAS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA. | 40 |
| 2.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | 44 |
| 2.8.1 TÉCNICA POR AGOTAMIENTO EN SUPERFICIE EN UNA PLACA: | 44 |
| Gráfico 5: Técnica de siembra por estrías..... | 45 |
| 2.9 RESULTADOS, INTERPRETACIÓN DE AGAR SANGRE DE CORDERO 5% . | 45 |
| Tabla 11: Tipos de hemólisis | 45 |
| Gráfico 6: Técnica de tinción GRAM..... | 47 |
| Gráfico 7: Boceto Placa Petrifilm TM | 48 |
| Tabla 12: Límites para el conteo de colonias en unidades formadoras de colonias..... | 50 |
| Tabla 13: Inserto Recuento de <i>E. coli</i> / Coliformes Totales | 51 |
| Tabla 14: Inserto para <i>Staphylococcus aureus</i> | 52 |
| Gráfico 8: Técnica de Agar Muller Hinton muestra la resistencia y la sensibilidad a los antibióticos..... | 54 |
| Tabla 15: CSLI Enterobacterias..... | 55 |
| 3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 57 |
| 3.2 VALORACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA | 57 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 57 |
| 3.4 | ANÁLISIS FISCOQUÍMICO | 57 |
| | Tabla 16: Resultado de la caracterización fisicoquímica de las aguas de la Laguna del Quilotoa | 58 |
| | Tabla 17: Resultado de la caracterización fisicoquímica de las aguas de la Laguna del Quilotoa. | 59 |
| | Tabla 18: Descripción estadística de los parámetros físico-químicos..... | 62 |
| 3.2.1 | TEMPERATURA | 63 |
| | Tabla 19: Temperaturas del Agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo Diciembre 2018-Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 63 |
| | Elaborado por: Tannia Llagua | 64 |
| 3.2.1.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:..... | 64 |
| 3.2.2 | ALCALINIDAD | 65 |
| | Tabla 20: Alcalinidad del agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 65 |
| | Gráfico 9: Alcalinidad de 48 muestras, de 6 puntos situados geográficamente de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019, 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 66 |
| 3.2.3.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:..... | 66 |
| 3.2.4 | POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)..... | 67 |
| | Tabla 21: Potencial de hidrogena pH del agua fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 67 |
| | Gráfico 10: Resultados pH de 48 muestras de 6 puntos de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 68 |
| 3.2.4.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:..... | 68 |
| 3.2.5 | CONDUCTIVIDAD | 69 |
| | Tabla 22: Conductividad del agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a los valores de referencia frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 69 |
| | Gráfico 11: Resultados de la conductividad de las muestras de agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos: agua..... | 70 |
| 3.2.5.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:..... | 70 |
| 3.2.6 | SÓLIDOS TOTALES O SOLIDOS DISUELTOS..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Tabla 23: Sólidos Totales o Sólidos Disueltos del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 71 |
| Gráfico 12: Resultados del parámetro: Sólidos Totales o Sólidos Disueltos de 6 puntos situados geográficamente en la Laguna del Quilotoa Noviembre 2018 - Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 72 |
| 3.2.6.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN: | 72 |
| 3.2.7 TURBIDEZ: | 73 |
| Tabla 24: Turbidez del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 73 |
| Gráfico 13: Resultados de la Turbidez de 6 puntos situados geográficamente en la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 74 |
| 3.2.7.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 74 |
| 3.2.8 SULFATOS | 75 |
| Tabla 25: Sulfatos del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 75 |
| Gráfico 14: Resultados de Sulfatos de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019, frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 76 |
| 3.2.8.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 76 |
| 3.2.3 NITRITOS | 77 |
| Tabla 26: Concentración de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 77 |
| Gráfico 15: Resultados del análisis de Nitritos de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna de Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 78 |
| 3.2.9.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 78 |
| 3.2.10 NITRATOS | 79 |
| Tabla 27: Concentración de Nitratos del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Noviembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 79 |
| Gráfico 16 : Resultados de los análisis de Nitratos de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa, Noviembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. | 80 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.2.10.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 80 |
| 3.2.11 | FÓSFORO..... | 81 |
| | Tabla 28: Concentración de Fósforo del agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Noviembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 81 |
| | Grafico 17: Análisis de Fosforo de las Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 82 |
| 3.2.11.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 82 |
| 3.2.12 | CLORUROS | 83 |
| | Tabla 29: Concentración de Cloruros del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 83 |
| | Gráfico 18: Análisis de Fosforo de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019, con los valores normales de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 84 |
| 3.2.12.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 84 |
| 3.2.13 | AMONÍACO..... | 85 |
| | Tabla 30: Concentración de Amoníaco del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 85 |
| | Grafico 19: Análisis de Amoníaco de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua..... | 86 |
| 3.2.13.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 86 |
| 3.3 | BACTERIAS | 87 |
| | Grafico 20: Estadística de contaje <i>E. coli</i> en placa 3M™ Petrifilm ,muestra de agua de cada uno de los puntos de la Laguna de Quilotoa | 87 |
| 3.3.1.2 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN | 88 |
| 3.3.2 | COLIFORMES TOTALES..... | 88 |
| | Grafico 21: Contaje de Coliformes Totales en placa 3MTM Petrifilm, muestra de agua de cada uno de los puntos de la Laguna del Quilotoa..... | 88 |
| 3.3.2.1 | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN..... | 89 |
| 3.4 | RESULTADOS PRUEBAS BIOQUÍMICAS | 89 |
| | Tabla 31: Resultados pruebas bioquímicas de las aguas de la Laguna del Quilotoa | 89 |
| 3.5 | RESULTADOS DEL ANTIBIOGRAMA..... | 89 |
| | Tabla 32: Antibiograma de <i>Serratia marcescens</i> | 90 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 33: Antibiograma de la <i>Escherichia coli</i> | 91 |
| 3.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS..... | 96 |
| Tabla 34 Matriz estadístico de investigación de parámetros fisicoquímicos de la laguna de Quilotoa realizada con el método estadístico T-suden..... | 96 |
| CAPÍTULO IV..... | 97 |
| 4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 97 |
| 4.2 RECOMENDACIONES..... | 99 |
| BIBLIOGRAFÍA | 100 |
| LINKOGRAFÍA | 102 |
| ANEXOS | 105 |
| Tabla 35: Matriz de resultados de las aguas de la Laguna del Quilotoa. | 106 |
| Tabla 36: Matriz de resultados de las aguas de la Laguna del Quilotoa | 107 |
| Grafico 22: Coordenadas de puntos a ser estudiados La Laguna Quilotoa (GPS) | 109 |
| FOTOGRAFÍAS..... | 110 |
| Fotografía 1 : Laguna Quilotoa presencia de animales, turistas, y vegetación | 110 |
| Fotografía2: Panorámica Laguna del Quilotoa 6 y 30 AM..... | 110 |
| Fotografía 3: Panorámica Laguna del Quilotoa 5 pm | 111 |
| Fotografía 4: Toma de muestra punto uno..... | 111 |
| Fotografía 5: Toma de muestras de la Laguna del Quilotoa punto cinco | 112 |
| Fotografía 6: Presencia de fumarolas y algas acuáticas en el punto seis | 112 |
| Fotografía 7: Muestras de agua de los puntos establecidos de la laguna del Quilotoa para su análisis fisicoquímicos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca. | 113 |
| Fotografía 8: Utilización de los equipos para el análisis físico-químico | 113 |
| Fotografía 9: Análisis fisicoquímico del agua recolectada de laguna del Quilotoa | 114 |
| Fotografía 10: Rotulación y siembra en las Placas 3M Petrifilm..... | 114 |
| Fotografía 11: Crecimiento de bacterias en las Placas 3M Petrifilm | 115 |
| Fotografía 12: Conservación de cepas encontradas en las aguas de la laguna de Quilotoa . | 115 |
| Fotografía 13: Crecimiento en agar MacConkey <i>E. coli</i> | 116 |
| Fotografía14: Crecimiento en agar MacConkey <i>Enterobacter cloacae</i> | 116 |
| Fotografía 15: Lectura de pruebas bioquímicas | 117 |
| Fotografía 16: Antibiogramas | 118 |
| | 118 |
| Fotografía 17: Solicitud enviada al Ministerio del Medio Ambiente Provincia de Cotopaxi | 119 |

| | |
|--|-----|
| Fotografía 18: Permiso para la Utilización del Laboratorio de Microbiología de la Facultad Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca..... | 120 |
| Fotografía 19: Cancelación de autorización de investigación científica (MAE) Ministerio del Ambiente..... | 121 |
| Fotografía 20: Permiso para la extracción de un recurso natural: Agua de la Laguna del Quilotoa del Ministerio del Medio Ambiente de Cotopaxi..... | 122 |
| Fotografía 21: Permiso para la extracción de un recurso natural: Agua de la Laguna del Quilotoa del Ministerio del Medio Ambiente de Cotopaxi..... | 123 |

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO
“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE
AGUAS DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA, ZONA CENTRAL DEL
ECUADOR”

Autora: Llagua Arévalo Tannia Verónica

Tutor: Dr. Mg. Galárraga Pérez Edison Arturo

Fecha: Junio 2019

RESUMEN

La presente tiene por objetivo caracterizar el agua de la Laguna de Quilotoa en parámetros físico químicos y bacteriológicos , es la más representativa para el Ecuador la afluencia de turistas propios y extranjeros que la visitan convierte en un problema sanitario para las personas que habitan en los alrededores de la misma, para el estudio de esta laguna se planificó que es de tipo descriptivo y exploratorio ,en donde se analizaran parámetros que nos ayudaran a determinar la existencia de bacterias que se encuentran presentes en las aguas de la Laguna de Quilotoa; los valores obtenidos en el Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca se los comparó con los establecidos por las normas de CLSI ,la OMS y Normativas de Calidad de agua entre ellas se encuentran :Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua Norma de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA. Con las pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias se encontró cinco tipos de bacterias entre ellas tenemos *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, catalogadas por la OMS como bacterias patógenas presentando cierta sensibilidad a los medicamentos.

PALABRAS CLAVES: BACTERIAS, PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, LAGUNA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO
"PHYSICAL-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL
CHARACTERIZATION OF WATERS OF LA LAGUNA DEL QUILOTOA,
CENTRAL ZONE OF ECUADOR"

Author: Llagua Arévalo Tannia Verónica

Tutor: Dr. Mg. Galárraga Pérez Edison Arturo

Date: June 2019

SUMMARY

The purpose of this document is to characterize the water of the Laguna de Quilotoa in physical chemical and bacteriological parameters, the influx of tourists visiting their own and foreign tourists is the most representative for Ecuador, making it a health problem for people living in the surroundings of the same, for the study of this lagoon it was planned that it is descriptive and exploratory, where parameters that will help us determine the existence of bacteria that are present in the waters of the Laguna del Quilotoa will be analyzed; The values obtained in the Laboratory of the Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca were compared with those established by the CLSI standards, the OMS and Water Quality Regulations among them are: Environmental Quality Standard and Effluent Discharge: Water Resources Water Quality Standard DS N ° 031-2010-SA, Water Quality Standard. With the biochemical tests for the identification of bacteria we found five types of bacteria among them we have *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens*, cataloged by OMS as pathogenic bacteria presenting certain sensitivity to medications.

KEY WORDS: BACTERIA, PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS, LAGUNA.

INTRODUCCIÓN

En los altos de los Andes del Ecuador, localizado en una de las Reservas Ecológicas de los Ilinizas, ubicado en la Parroquia de Zumbahua, perteneciente al cantón Pujilí, límite del cantón Sigchos de la Provincia de Cotopaxi, considerada por muchos la más hermosa del país y del mundo, reposa el volcán Quilotoa y adentro una majestuosa laguna llamada con el mismo nombre “Laguna del Quilotoa”

Aproximadamente con 250 metros de profundidad, rodeado por una gran cantidad de vegetación y rocas muy antiguas que conforman el cráter de quien fuese un volcán, asombrando a quienes la visitan por su diversidad de colores que presenta el agua como: turquesa, verde, azulado por la cantidad de minerales que concentra la laguna de origen volcánico.

Rodeado de un ecosistema enriquecido de especies naturales de un clima frío-páramo; que incluye la presencia de grupos de indígenas que facilitan a los visitantes llegar a las aguas de la laguna.

Es por cuanto la laguna del Quilotoa llegan muchas personas propias y extranjeras realizando este proyecto de lagunas de la zona central del Ecuador con el objetivo de poder caracterizar al agua de las lagunas que tiene este hermoso país, ya que muchas de ellas son utilizados para la pesca, pecuaria, recreación, riego en la agricultura y muchas veces para el consumo de comunidades que están a su alrededor.

Es así que Laguna del Quilotoa en particular tiene características únicas en su composición por la presencia de minerales, en algunos puntos geográficos situados fumarolas a la vista de turistas y que según los guías turísticas del lugar esta laguna contiene manantiales calientes en el fondo.

Claro está que por ser una laguna de origen volcánica, se supone el contenido de azufre de la laguna pues en esta investigación se dará a conocer en contenido no solo de un parámetro químico sino de aquellos que conllevan a la investigación como lo es el análisis microbiológico. En esta investigación se pretende caracterizar el agua para que tenga una información de un valor posible sobre el contenido químico de la laguna, por cuanto esta puede ser perjudicial para salud.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 TEMA:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICA DE AGUA, DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA, DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”

1.2 OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar fisicoquímica y bacteriológicamente las aguas de la Laguna de Quilotoa de la zona central del Ecuador.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características físico-químicas del agua de la Laguna de Quilotoa.
- Cuantificar bacterias de importancia sanitaria de la laguna mediante la utilización de placas 3M Petrifilm.
- Aislar las especies bacterianas presentes en las aguas de la laguna mediante la técnica de agotamiento en placa.
- Identificar las especies bacterianas mediante técnicas de microbiología clásica y mediante las pruebas API
- Establecer la sensibilidad o resistencia de las bacterias aisladas de la Laguna de Quilotoa.

1.4 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuáles son los componentes físicos y químicos del agua de la Laguna del Quilotoa de la zona central del Ecuador?
- ¿Qué microorganismos existentes tienen importancia sanitaria en el agua de la Laguna del Quilotoa?
- ¿Cuáles son las resistencias y sensibilidad de los microorganismos que se encuentran en el agua de la laguna del Quilotoa?

1.5 JUSTIFICACIÓN

La comunidad indígena de Quilotoa-Jataló y su laguna volcánica junto a la misma se encuentran dentro de la Reserva Ecológica Ilinizas. El sitio constituye una amplia gama de numerosas potencialidades turísticas naturales por la laguna volcánica del Quilotoa y sus páramos aledaños, por las tradiciones y costumbres de la comunidad indígena que habita cerca de esta maravilla de la naturaleza, la exposición a una posible contaminación, y con gran conflicto para el trajín diario de los habitantes podría bajar las características propias de este líquido vital que con el pasar del tiempo puede llevar a problemas de salud para las personas aledañas y para personas que asisten este sector.

La existencia de bacterias perjudiciales existentes en el agua con el tiempo puede llegar a ser un problema grande para el área de salud en este sector turístico y habitado.

El agua un líquido natural muy significativo para todos los seres vivos, es extraída y muy consumida en grandes cantidades, al igual que la presencia en porcentajes altos en océanos, pantanos, lagunas, llegando a lugares donde es requerido como para las grandes empresas donde es explotada para su expendio, en cada uno de los países. (SustainingHealthyFreshwater, 2013).

Un monitoreo sería un instrumento de importancia para descartar en el futuro molestias para quienes se alojan en los alrededores, investigando parámetros que beneficien con los resultados para conocer las condiciones en las que se encuentre la laguna (SNIARN, 2010).

El Plan Nacional del Buen Vivir, reconoce que todas las personas tienen derecho a disfrutar del más alto nivel posible de salud que está vinculado directamente a la necesidad de acceso al agua de calidad. (SENPLADES, 2017).

El material inorgánico que contiene el agua lo visualizan de colores tales como: el verde viridian que pueden variar a un verde azulado, según como se presente la temperatura. La combinación del hidrógeno sulfuroso con otro componente llamado gas carbónico, es no recomendable e inadecuado para la ingesta de la población, el agua puede variar su temperatura y presentarse a los 16 °C y bajar hasta -1 °C.

El estudio, permitirá recopilar información acerca de la posible microbiota existente en esta laguna referente al Sector 3 de nuestro país, para esto, determinar las bacterias con importancia clínica mencionadas por la Organización Mundial de la Salud, fundamentadas por síntomas clínicos asociadas comúnmente con cuadros diarreicos que la relacionan esencialmente por el adquisición de alimentos con alta contaminación, adjuntamente con la ingesta de agua, esta investigación tendrá como resultado una evaluación del agua y su procedencia de las fuentes disminuyan conmovión negativa en la salud de los habitantes consumidoras de esta agua, atrayendo la veracidad e incrementando la afluencia de visitantes propios y extranjeros.

Las bacterias y sus resistencias toman importancia con el pasar de los años, en relación a los antibióticos, dado que la resistencia resulta altamente nocivo para las poblaciones, pues estas sustancias que son capaces de evitar el aumento de microorganismos se dejarían en desuso ya que serían más fuertes causando el deceso de las personas(Biodiversidad, biotecnológica y bioseguridad, 2010)

El estudio de la flora microbiana de los manantiales han cambiado la visión de las especies microbianas y su estructura, se pretende así con esta investigación dar a conocer a microorganismos existentes en las aguas de la Laguna de Quilotoa. (Biodiversidad, biotecnológica y bioseguridad, 2010).

1.6 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.6.1 ESTADO DEL ARTE

Existen algunas investigaciones para el estudio del agua, generalmente las que aportan para el desarrollo de la agricultura o para el consumo humano, industrias, recreación, en la actualidad se darán a conocer normas que ayudan a emitir un resultado para su consumo o su utilización. Con el pasar de los años el ser humano ha explotado este recurso renovable que proviene de ríos, lagos, aguas subterráneas.

Para su estudio fisicoquímico se debe tomar en cuenta el lugar en donde se encuentra el agua y sus alrededores ya que esta puede estar rodeado por mucha vegetación, rocas, el ingreso del aire, si su suelo es rocoso, si en esta agua hay desembocaduras, en el agua dulce se puede presentar una composición química natural como carbonatos, bicarbonatos, cloruros, nitratos. El análisis fisicoquímico del agua implica un conjunto de condiciones para su traslado, y su análisis para lo que se tiene que tomar en cuenta su profundidad, el clima, y el tiempo que se va a realizar. En el análisis se tomara en cuenta parámetros que tendrán lugar como: pH, color, temperatura, densidad, conductibilidad, también si en su composición se encuentra analitos como: nitritos, nitratos, sulfatos, amoníaco.

Estudios del agua en el mundo

Estudios realizados el 31 de mayo del 2001 con el tema: **“Caracterización de los parámetros físicos, químicos y biológicos en la bahía de Bajo Molle, Iquique”** que fue publicado el 10 de diciembre del 2001 por Teresa Arias, Liliana Herrera y Edgardo Santander del Departamento de Ciencias del Mar, cuyo objetivo fue analizar y determinar las fluctuaciones de variables de la bahía de Bajo Molle que en la cual existía actividades tropológicas donde se determinaron parámetros de pH, oxígeno disuelto, nitrógeno, fósforo.

Encontró en su investigación resultados como, los sólidos totales fluctuaron entre 36.539,2 y 38.742,1 mg/L, concentración de nitrógeno total (NT) fluctuó entre 24,26

y 72,08 µg-át N/L, El pH fluctuó entre 7,38 y 8,27, los aceites y grasas se determinaron rangos entre 0,00 y 5,39 mg/L. (SciELO, 2011)

Estudios del agua a nivel de Latinoamérica

Los estudios realizados en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura en México, publicado en el 2016 con el tema : “**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS LAGUNAS DE BUSTILLOS Y DE LOS MEXICANOS (CHIHUAHUA, MÉXICO)**” por los autores :Jesús Pilar Amado Álvarez, Pedro Pérez Cutillas, Orlando Ramírez Valle, Juan José Alarcón Cabañero analizaron el análisis químicos, físicos y microbiológicos que determinaron altos niveles de contaminación en los hábitats acuáticos.

Dando como resultado a este estudio que los índices de oxígeno disuelto con altos concentraciones de bacterias y de nitratos en estas aguas, detectando que la contaminación que se da en estas aguas son las actividades agropecuarias que se daban en esta zona incluyendo a las zonas industriales. (Álvarez, 2016)

Estudios del agua a nivel del Ecuador

En el estudio realizado con el tema: “**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO MANTA DEL CANTÓN MANTA DE ACUERDO A LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR (LPCCA)**”por los autores :Blgo. Jorge Luis González Arteaga, Ing. Carlos Enrique González Arteaga, Mga , Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Chone ,en donde se realizaron estudios químicos y microbiológicos del rio Manta que se beneficiaban con esta agua llegando así a la conclusión de que existe contaminación por microorganismos como :*E. coli* (Blgo. Jorge Luis González Arteaga, 2016)

1.7 FUNDAMENTO TEÓRICO

1.7.1 AGUA

El agua con cualidades propias, es un elemento vital para el desarrollo de las funciones del ser vivo tanto físicos, químicos y biológicos comprende el mayor porcentaje en la superficie de la Tierra. (García F. P., 1997)

Compuesto químico inorgánico conformado por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxigeno (H_2O) recubriendo a la corteza terrestre en un 70% se agua en océanos, casquetes polares, glaciares, aguas superficiales y subterráneas dando lugar a la hidrosfera. (García F. P., 1997)

Las propiedades imprescindibles que tiene el agua lo hacen desde un punto de vista química vital para procesos químicos que ocurren en la naturaleza con sustancias que permiten la interacción con iones de cloro ,calcio, magnesio, y moléculas con cargas eléctricas que se unifican para la existencia y preservación de vida ya sea dentro o fuera de la misma, Por lo tanto la cualidad que se destaca de manera excepcional del agua es el transporte de nutrientes, y también como disolvente de sustancias para las reacciones metabólicas. (Broocks, 2014)

Gracias a su función de transporte de sustancias y su capacidad de incorporar de manera singular nutrientes a través de las membranas celulares o distribuyéndola en el organismo por la sangre, la linfa o la saliva. (Galvín, 2013)

En los seres vivos el agua es termorreguladora desarrollando rangos limitados, afectando la velocidad de los mecanismos bioquímicos desnaturalizando las proteínas si este sobrepasa distribuyendo el calor desde los huesos hasta el último músculo , se da el enfriamiento del cuerpo mediante el sudor en temperaturas normales pero si desciende de cero va retardando funciones metabólicas por otro lado en el ecosistema, almacena el calor ablanda las variaciones de temperatura y cuando se mueve esta redistribuye el calor. (García F. P., 1997)

Debido a las sustancias que están disueltas en el agua se modifica y como resultado se clasifica en agua dulce y agua salada. Con una concentración menor de sales (menos de 1.000 mg/L) se la definió como agua dulce que es la que es procesada para la producción de agua potable, en cuanto al agua que tiene una concentración mayor a 3.000 mg/L se la llama agua salada que tiene una relación estrecha con el agua de mar, que contiene en promedio una concentración de sales entre 34.000 y 35.000 mg/ L. (García F. P., 1997)

El agua es una de las fuentes indispensables que todo ser humano tiene disponibilidad previo su procesamiento para su consumo doméstico, producción agrícola con el fin de beneficiar la agricultura y la industria. En la última década la demanda por obtener el líquido vital ha generado opiniones y estudios del grado de contaminación que se ha extendido restringiendo la posibilidad de usarla. (Morell & Hernandez, 2000)

Existen 1 400 millones de kilómetros cúbicos de agua en el mundo, de los cuales sólo 2.5% corresponden a agua dulce localizados en los ríos, lagos, lagunas, glaciares, mantos de hielo y acuíferos del mundo. El 30% correspondiente al agua subterránea, el 0.4% en aguas superficiales y en la atmósfera, 31.2% del volumen de agua dulce total del agua dulce no congelada, 96% como abastecimiento en arroyos, manantiales como un elemento principal para saciar las exigencias de agua para poblaciones en el mundo. En tanto que las aguas superficiales (lagos, embalses, ríos, arroyos y humedales) ocupa el 1% de agua dulce no incluyendo los lagos del mundo en donde se almacenan más de 40 veces lo contenido en ríos y arroyos y nueve veces lo acumulado en los pantanos y humedales en la atmósfera equivale a un volumen es menos de lo que se hallan en lagos. (García F. P., 1997)

1.7.2 EL ANÁLISIS DE AGUA

Las investigaciones en el agua que está polucionada determina la presencia de microorganismos que con la presencia de contenido de materia orgánica pueda aumentarse y estar presente en muestras que se encuentran diferentes lugares de obtención ante su combinación con material fecal humano o de animal. (Organizacion Panamericana, 2011)

1.7.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA

Las aguas naturales incorporan su composición al estar en contacto con diferentes tipos de vegetación en el suelo y con el aire arrastra, disuelve, realizando intercambio de gases con la existencia de seres vivos. Para el análisis físico se toma en consideración parámetros como las características organolépticos:

Olor-Sabor:

El método de dilución es la más apropiada para este parámetro debido a que de esta técnica se va a obtener el olor y el sabor que el agua presente, a las extensas fuentes de agua esta es sometida a un tratamiento con agua destilada y a la filtración con carbón activo. (Galvín Marín, 2003)

Color:

El color se da dependiendo de sustancias que se encuentran en su forma natural es igual al expuesto por diluciones de combinación de $K_2Cr_2O_7$ y $CoCl_2$ y a la longitud de onda máxima absorción de 430-440 nm. (Galvín Marín, 2003)

Turbidez:

Debido a los sólidos que se encuentran adheridos en los líquidos este parámetro procesa el aspecto indefinido causada por componentes como: limo, arcilla, algas, materia orgánica, microorganismos en la muestras a procesarse, es importante para lo cual la valoración de la calidad del agua detectan partículas dañinas para el ser vivo esta requiere de un monitoreo eficaz para su tratamiento y su seguimiento, con requerimientos minuciosos en el caso del agua potable su turbidez es un parámetro indispensable para su tratamiento y para otro tipo de industrias como para la fabricación y procesamiento de alimentos y bebidas que necesitan diferentes tipos de turbidímetros que ayudan a su desarrollo. (Hach, 2000)

Temperatura:

La temperatura está relacionada a la energía cinética media de las moléculas, con la irradiación recibida en su faceta superficial para lo que cambia para la que se encuentra en profundidad en lagos ríos, mares que es caracterizada por dos periodos:

Mezcla térmica en donde es igual con la de profundidad y la de estratificación térmica que son aguas templadas en la superficie y fría en el fondo y no tiene viabilidad de mezclarse con la secuencia cíclica (Galvín Marín, 2003)

1.7.4 EXAMEN MICROBIOLÓGICO DEL AGUA

Los microorganismos son parte del ecosistema desarrollándose ciclos importantes del carbono, oxígeno, nitrógeno y azufre en sistemas acuáticos terrestres, siendo estos indicadores para constatar el nivel de calidad del agua para lo cual existen métodos para la investigación de tipo bacteriológico que se mencionan en American Public Health Association.

Los métodos precisos para ajustarse al procedimiento, los resultados tendrán un significado verídico.

- La muestra debe recogerse en un frasco estéril.
- La muestra debe tener un volumen que de suficiente abastecimiento al procedimiento.
- Evitar la contaminación de la muestra durante y después de su obtención.
- Debe ser analizada por lo menos 20 min después de ser recogida.
- Si existe un inconveniente al transportar la muestra para su análisis, esta debe estar a una temperatura entre 0 y 10 °C.

Procesamiento microbiológico:

- En la placa se realiza un recuento de las bacterias presentes.
- Pruebas para comprobar la existencia de bacterias coliformes.

En el caso de una contaminación del agua o existencia de un germen patógeno es causante de infecciones. La presencia de gérmenes patógenos tiene importancia

en el agua dado que se transmiten bacterias relevantes en la clínica como: *Salmonella typhi*, que causa la fiebre tifoidea y *Vibrio cholerae*, causante del cólera. (García P. F., 1997)

1.7.5 CATEGORIZACIÓN DE LAS AGUAS DE ACUERDO A SU TEMPERATURA

- Aguas Hipertermales :Temperatura mayor a 45° C
- Aguas Meso termales :Temperatura desde 35 ° a 45° C
- Aguas frías :Temperatura 4°C (más exactamente, 3,8°C)
(Medicas, 2012)

Aguas Hipertermales

También llamadas carbónicas con aguas con una alta concentración de minerales a una temperatura mayor a 45° C su origen se da en estratos subterráneos por tal razón son cálidas en comparación del agua de mar y de los ríos.

Ubicadas en la fallas geológicas que alcanzan una profundidad y por tal motivo se calienta regresando incluso a modo de vapor (Julián & GardeyAna, 2015.)

En las aguas termales se presentan en alta concentración bacterias Gram positivas identificadas: *Pseudomona*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Enterobacter* *Acinetobacter*
(Geo-Minero, 2011)

Aguas Meso Termales

Son originarias en las capas subterráneas de la tierra, su composición química varía mucho tal es el caso de las aguas termales cloruradas es muy heterogéneo en donde prevalece la composición de minerales.

Según la Sociedad Internacional de Medicina Hidrológica “*Estas aguas tienen una bacteria llamada sulfobacteria que ayuda el fortalecimiento de la epidermis, de la misma manera ayudan al anti envejecimiento de esta* “debido a su elevada temperatura sube la oxigenación, el metabolismo mejora, en este medio se puede

encontrar a los termófilos bacterias que tienen un medio favorable para su desarrollo. (López Geta Juan Antonio)

Aguas Frías

Aguas de bajas temperaturas profundas a los 4°C (más exactamente, 3,8°C). Se generan en las costas occidentales de los continentes por el movimiento de la Tierra que alza a las aguas profundas y las hace chocar con el talud continental de los continentes (Leon Catro Juan Carlos, 2005)

1.7.6 LAGUNAS

Deposito natural de agua con profundidad menor a los 10 metros puede ser salada o dulce con característica propias en donde existe mucha vegetación. (Camacho)

Sus características se manifiestan por el contenido de sustancias húmicas con restos recalcitrantes de materia orgánica de origen vegetal, presenta como consecuencia la coloración de pardo-amarillenta, verde-esmeralda. (Camacho)

1.7.7 TIPOS DE LAGUNAS

Laguna Costera

Se encuentra cerca de otra vertiente de gran tamaño que se encuentran divididas por un grupo de porciones de tierra o arena o de islas de forma paralela en donde ingresa agua llegando a una cuenca normalmente esta agua es del océano que son originales de corrientes de la marea necesarias para mantener la biodiversidad del ecosistema ya que tienen una gran variabilidad ambiental. (Evelyn, 2018)

Lagunas de Atolón

Formadas por millones de años rodeadas por arrecifes de coral alrededor de la laguna una isla volcánica de mayor profundidad caracterizadas por su color azul. (Evelyn, 2018)

Características de las lagunas

Una laguna se caracteriza por la acumulación de agua el agua es dulce que ayuda a la reproducción de vegetación y fauna variable alrededor de ella y también en su forma acuática. Se da lugar por la presencia de lluvia en un terreno hundido puede ir desde 1 a 2000 m.

Parámetros físico químicos de las lagunas.

Debido a su naturalidad los parámetros deben ser medidos in situ que permite una pre-visualización de la calidad de agua en los que se pueden medir: pH, temperatura, conductibilidad, oxígeno disuelto y la turbiedad.

Temperatura:

Dependiendo de la estación que se encuentre, las temperaturas de las lagunas varían en este parámetro, en donde tienen las presencias de unas series de habitantes bacteriológicas, y organismos presentes, en su estado térmico se dividen en:

- a) **Aminícticos:** No tienen características térmicas dentro o superficial algunos lagos presentan capas de hielo en donde su temperatura es constante encontrándose más en lagos de latitudes polares
- b) **Monomícticos Fríos:** temperatura menos de los 4° C en su profundidad, en la superficie puede estar cálida.
- c) **Monomícticos calientes:** tienen un periodo de estratificación cálida
- d) **Dicmícticos:** en verano y en invierno presentan periodos de estratificación térmica.
- e) **Oligomícticos:** cuando el agua está a temperatura cálida en lagos que se encuentran en regiones tropicales.
- f) **Polimícticos:** tiene algunos periodos para su desplazamiento cálido en el año.
(Galvín Marín, 2003)

Color

En aguas naturales como en lagunas su relación entre pH y color es muy parecida debido a la cantidad de vegetación existente en la profundidad con la presencia de Fe y Mn, teniendo en consideración la estratificación térmica su color varia, en el color verdoso y azulado su color puede presentar debido a la presencia de cobre. (Galvín Marín, 2003)

Olor-Sabor

Se ha comprobado que por medio de estudios científicos que existe una relación inmersamente entre el olor/sabor para lo que los seres acuáticos tienen el ambiente que nutre su permanencia en las agua como: algas, hongos bacterias, cianofíceas, a lo que por medio de su descomposición se forma el material orgánico que dan característica en que olores-sabores detectados:

Tabla 1: Clasificación y relación del color y sabor del agua.

| Olores | Sabores |
|-----------------------------------|-----------|
| Aromático (especies, limón, etc.) | Amargo |
| Balsámico(flores diversas) | Metálico |
| Clorado | Salado |
| Hidrocarburos | Medicinal |
| Medicinal | Terroso |
| Sulfuroso | Mohoso |

(Galvín, 2013)

pH

Es uno de los índices importantes para la supervivencia de los organismos en las aguas por su alcalinidad o su acidez va a controlar la capacidad que tiene el agua para poder acoger a microorganismos resistentes a sus composición naturalmente adicionados en el caso de aportes ácidos como el H₂ en aguas poco oxigenadas o los ácidos húmicos que se adicionan de la mineralización de materia orgánica ,su alcalinización se provee

de la disolución de rocas ,minerales de los metales que se encuentre en el perímetro de las lagunas el pH tiene un valor de intervalo de 6.0 a 8.5 siendo una interferencia para este parámetro la estratificación térmica. (Hach, 2000)

Oxígeno disuelto

Las lagunas son un tipo de agua superficial no contaminadas están bien oxigenadas, dado por una mezcla de gases en la atmosfera y el agua similar a la fotosíntesis. Esta reacción ocurre más en el día que en la noche en la profundidad de las lagunas los estudios sobre la evolución de O₂ concluyo que este fenómeno es existente con la intervención de la estratificación térmica.

Cianuros

Son elementos de alta toxicidad en medios líquidos que provienen de las industrias a lo que se diferencian en dos tipos, simples y complejos.

Los cianuros, metálicos (simples) están el cobre, plata, zinc solubles en presencia de cianuros alcalinos subiendo la toxicidad.

Los cianuros complejos se mezclan mediante la descomposición por vía fotolisis generalmente en aguas turbias con poca presencia solar.

Compuestos de Azufre

Los más importantes en los compuestos de azufre que pueden encontrarse son: H₂S, SO₃.S₂O₃Y SO₄, este componente suele encontrarse más en las aguas de origen volcánico. (Galvín Marín, 2003)

Sulfuros

Son tóxicos y suelen presentarse ácido diprotico, en aguas acidas con la existencias de especies sulfuradas que son neutras o alcalinas, oxigenadas En los lagos presentan en la profundidad estratificación térmica, aguas muy superficiales, pantanos.

Compuestos Nitrogenados

La composición natural del agua hace que este compuesto este mezclado en el agua por los materiales compuestos existente de residuos de plantas o la desintegración de rocas.

Amonio

En las aguas su presencia puede ser alta debido al fenómeno de estratificación y la combinación térmica de masa de agua en la combinación de aguas vertical y horizontal este compuesto no es toxico pero si para las especie acuáticas cuando se encuentra en la forma de amonio no iónico.

Nitritos

Son iones que se presentan en el agua de forma natural ya que estos están presentes de manera constante en el ciclo del nitrógeno.

Presentándose en diminutos miligramos por litro, este parámetro indica una contaminación fecal en aguas superficiales que están en contacto con el oxígeno. El valor que esta mediado por la OMS es de 10 mg/L, este dato no puede ser expresado con referencia al nitrato nitrógeno ya que este representaría un daño para la salud desafiando los límites que son permitidos en lo cual llevado a un consenso se concretó que el valor para el nitrato es de 50 mg/L resultando ser el que se emplea para el análisis. (Lenntech, 1998-2018)

1.7.8 LÍMITES DE IONES, METALES ALCALINOS Y METALES PESADOS, PERMITIDOS EN EL AGUA

Dado que el agua es un elemento totalmente indispensable en el consumo de los seres vivos debe tener parámetros de calidad y límites que sean permitidos si están destinados para el consumo humano, también nombrado como agua potable la cual debe acogerse a normas internaciones que controlan su calidad la OMS a referenciado las unidades formadoras de colonias (UFC) ,que avalan los límites y porcentajes de los

elementos que posee para la utilización en los hogares y para la industria de alimentos con tratamientos que utilizan elementos que no son perjudiciales para la salud .

1.8 MICROORGANISMOS

Los microorganismos son seres vivos que no pueden ser apreciados a simple vista existiendo células independientes o también formadas en agrupaciones llevando procesos vitales como cualquier ser vivo entre ella el crecimiento, la respiración, y reproducción llamada bipartición, también reaccionando al ambiente que se encuentre se van a desarrollar, tienen características diferentes por los cuales son clasificados en células eucariotas y células procariotas. (Galvín, 2013)

Los microorganismos pueden disponerse como unicelulares se diferencian en dos clases de células las procariotas y las eucariotas. (Prats G. , 2007)

Cada una tiene características distintas y similares:

Tabla 2: Características de los microorganismos

| | | Procariotas | Eucariotas |
|------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Núcleo | | No verdadero | Verdadero |
| | Cromosoma | Único y circular | Varios y lineales |
| | Membrana | No | Si |
| División celular | | Fisión binaria | Mitosis/Meiosis |
| Organización del citoplasma | Mitocondria | No | Si |
| | Nucléolos | No | Si |
| | Retículo Endoplásmico | No | Si |
| | Aparato de Golgi | No | Si |
| | Ribosomas | Tipo 70S | Tipo 80S |
| Pared Celular | | Si (peptidoglicano y lipopolisacáridos) | Si (celulosa o quitina en hongos) |
| Órganos de movilidad | | Flagelos | Cilias y flagelos |

(García V. , 2000)

1.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS CÉLULAS PROCARIOTA

Las células procariota son unicelulares sin núcleo con su material genético esparcido por el citoplasma al contrario de las células eucarióticas en donde su ADN se encuentra encerrado en su citoplasma formado por ribosomas donde se da la síntesis proteica su reproducción dado por la multiplicación del ADN y la división en dos células independientes en la cual este proceso puede durar entre 30 y 60 minutos (García F. P., 1997)

El peptidoglucano también conocido como mureina es una de las estructuras que se encuentran en la pared celular que diferencia a las bacterias en: Gram negativos (capa delgada), Gram positivos (capa gruesa). Al microscopio se podrá evidenciar un color violeta siendo estas bacterias Gram positivas y si al mirar las bacterias se encuentran de color rosado serán Gram negativas ya que en su estructura tienen un alto contenido de lípidos para lo cual desaparece el color violeta con un agente decolorante al estar en contacto con el colorante safranina tornándose al color rosado. (García V. , 2000)

Tabla 3. Estructuras primordiales que componen las paredes celulares de las bacterias Gram positivas y negativas.

| | Gram Positivas | Gram negativas |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Péptidos Glucano | + | + |
| Ácidos teicoicos | + | - |
| Polisacáridos | + | - |
| Proteínas | +/- | + |
| Lipopolisacáridos | - | + |
| Lipoproteínas | - | + |

1.8.2 TIPOS DE CÉLULA PROCARIOTA

El tipo procariota tiene una alta variabilidad de formas redondeadas, o en forma de bastón y son:

Coco: Una forma morfológica de la bacteria que se caracteriza por su forma esférica. Diferenciadas por su tipo de agrupación y su forma (García F. P., 1997)

Diplococos

Se definen por tener forma esférica emparejada dentro de las especies más conocidas (García P. F., 1997):

- *Streptococcus pneumoniae*
- *Neisseria gonorrhoeae*
- *Moraxella catarrhalis*
- *Neisseria meningitidis*.

Streptococcus

Bacterias cocos Gram positivos. Las más patógenas se distribuyen en: (Prats G. , 2007):

Estreptococos del grupo A: *Streptococcus pyogenes*

Estreptococos del grupo B: *Streptococcus agalactiae*

Neumococo

- *Streptococcus pneumoniae*
- *Streptococcus viridans*
- *Streptococcus mutans*

Staphylococcus

Es una bacteria que obtiene medios que favorecen a su crecimiento puede tener o no condiciones de acceso al oxígeno, la característica que la diferencia de los *Streptococcus* es la prueba de catalasa a continuación están: (García F. P., 1997)

Staphylococcus aureus

Staphylococcus epidermidis

Staphylococcus saprophyticus,

Staphylococcus capitis

Staphylococcus haemolyticus

Son bacterias con forma de bastón, al mirar en el microscopio subdivisión:

Bacilos Gram positivos

Su tinción con el violeta de Genciana predomina en la pared celular ya que no tienen capa de lipopolisacárido. (García P. F., 1997)

Bacilos Gram negativos

Su tinción es rosada ya que este si posee capa de lipopolisacárido. (Prats G. , 2007)

Vibrio

Bacterias que se les incluyó en el grupo gamma de las proteobacterias la mayoría son patógenas: (Brookk, 2005)

- *Vibrio cholerae*
- *Vibrio vulnificus*

Espirilos

Se caracteriza por sus flagelos de espiral o helicoidal, son muy delicadas en condiciones ambientales son peligrosas su transmisión es directa vía sexual o por vector es el más conocido (Prats G. , 2007):

- *Treponema pallidum*

1.9 TECNICAS DE AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE BACTERIAS

En el ambiente encontramos un tipo de flora mixta es muy poco probable encontrar especies únicas y complejas y mucho más si hablamos de una en especial como aguas de origen natural reúne a todos los organismos celulares eucariotas y procariotas.

Denominado como la separación de un microorganismo específico de los demás que están a su alrededor existen numerosas técnicas usadas en la rama de microbiología para realizar esta transferencia de microorganismo a un ambiente donde tenga los nutrientes, la temperatura para su desarrollo.

Las colonias bacterianas son consideradas como la copia exacta de un mismo género, para ser visible en un medio sólido, con materiales usados en el laboratorio

microbiológico como: hisopo, pipetas asa de platino esterilizado al igual de algunos medios de cultivo con características diferentes para el crecimiento nutritivo de las especies bacterianas. La tinción Gram facilita la diferenciación de bacterias donde la colonia será bañada en colorantes como el cristal violeta, safranina que distingue la clasificación de cocos o bacilos. (Brookk, 2005)

1.10 MEDIOS DE CULTIVO

Las bacterias empiezan a reproducirse entre las 18-24 horas al sembrar y en el medio que le dará los nutrientes necesarios para su desarrollo existen dos medios que facilitan su crecimiento. Los medios en estado sólido son colocados en cajas Petri de vidrio, donde se reproducen y después se realizará los procedimientos de cuantificación, dilución siembra incubaciones. (Prats G. , 2005)

1.10.1 Medios Sintéticos

Este medio es definido para bacterias con características biocinéticas, contiene sustancias químicamente puras orgánicas e inorgánicas. Este medio de cultivo no siempre es usado dado que los microorganismos solo obtendrán nutrientes muy básicos para su crecimiento y este deberá ser no muy exigente. (Prats G. , 2005)

1.10.2 Medios Complejos o indefinidos

Tienen un alto contenido de nutrientes estas son el resultado de infusiones y extractos de productos de origen animal o vegetal como verduras, carnes o sangre este medio no se puede medir el nivel nutricional impredecible muchas de estos elementos proporcionan la energía que requieren para su reproducción y un buffer que ayudara a mantener un pH óptimo, clasificados en:

1.10.3 Enriquecidos

Ayudan en el crecimiento que se sumaran la glucosa, sangre extractos vegetales y animales estos van estimular en crecimiento aumentado en su composición tiene

ciertos ingredientes químicos que no van a permitir el crecimiento de algunos microorganismos. Las colonias van a realizar un halo de hemólisis que son liberadas por las bacterias entre estos se encuentran: Agar Sangre. Agar CLED, Agar McConkey, Agar Chocolate, Agar Sabouraud. (Brookk, 2005)

1.10.4 Selectivos

Al existir una población mixta de microorganismos este medio selecciona por su contenido y permite el crecimiento de una especie sin afectar a las demás pero no da los nutrientes más que para una especie en común para que se desarrolle también puede adicionarse elementos como: lactosa, NaCl o antibióticos.

1.10.5 Diferenciales

Este medio es utilizado para descubrir las reacciones bioquímicas, diferenciar grupos, géneros o especies microbianas, por la cantidad de nutrientes que enriquece el crecimiento indicando la presencia de la bacterias con características propias, en su contenido existen sustratos que van actuar con el microorganismo así como un componente que capta el cambio de pH o de elementos que interactúan bioquímicamente por la presencia de este sustrato como el cambio de color, ejemplo: *E.coli*, entre los medios diferenciales más conocidos se encuentran: TSI, Citrato de Simmons, SIM, úrea. (Prats G. , 2007).

1.11 Medios de Cultivo Líquidos

También son llamados caldos son preparados con agentes sólidos o semisólidos a este se lo divide en tubos anteriormente esterilizados con tapa rosca o también el tapón puede ser algodón un ejemplo es el Agar Caldo Cerebro Corazón. (Prats G. , 2007)

1.12 Agar Sangre

Este medio tiene como propósito el aislamiento cultivo y de numerosos microorganismos. La agregación de sangre, es esencial para el aislamiento y cultivo de microorganismos aerobios y anaerobios nutricionalmente que son exigentes a partir de una gran variedad de muestras, así también, para la observación de reacciones de hemólisis, puede utilizarse como media base para preparar el medio agar chocolate. (Britania, 2015)

| Fórmula (en gramos por litro) | | Instrucción |
|--|-------|---|
| Infusión de músculo de corazón. | 375.5 | Suspender 31 g de polvo por litro de agua destilada. Mezclar y dejar reposar 5 minutos. Calentar suavemente agitando y hervir 1 o 2 minutos hasta su disolución. Distribuir y esterilizar a 121 °C durante 15 min. |
| Peptona. | 10.0 | |
| Cloruro de sodio. | 5.0 | |
| Agar | 15.0 | |
| pH final: 7.3 0.2 | | |

Tabla 4. Formula e instrucciones del Agar Sangre (Britania, 2015)

1.12.1 Fundamento

Para el cultivo de microorganismos en este agar lo requerimientos son pocos en valor nutricional. No contiene inhibidores del desarrollo bacteriano. La fuente de carbono y nitrógeno para el desarrollo bacteriano es la pluripeptona mas el cloruro de sodio ayuda el enriquecimiento con sangre de carnero u otras sustancias que facilita el de algunos microorganismos que son exigentes. (Britania, 2015)

1.13 Hemólisis:

La eritrocateresis también llamada hemólisis es una desintegración de los eritrocitos.

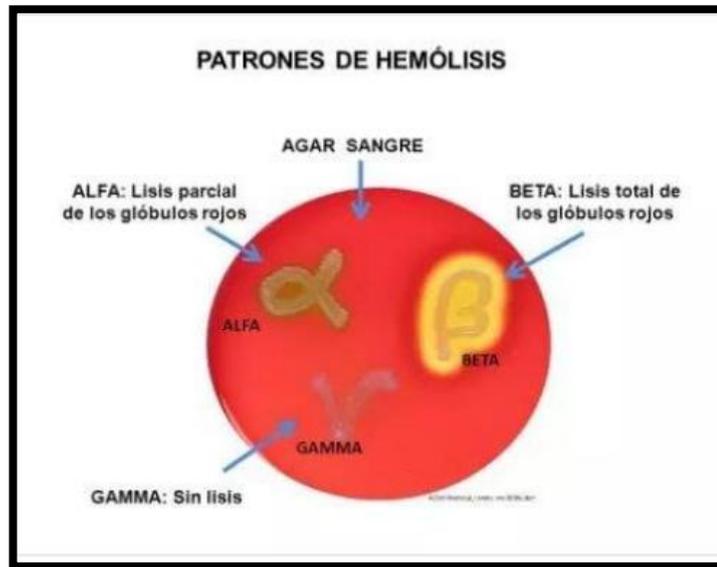


Grafico 1: Tipos de hemolisis

1.13.1 Tipos de Hemólisis

Hemolisis Alfa

Lisis de los hematíes con un halo verdoso al contorno de las colonias esto se da por la oxidación de la hemoglobina a metahemoglobina por el pH que es producido por los microorganismos. (Britania, 2015)

Hemolisis Beta

La lisis es total el halo que los rodea a las colonias es transparente.

Hemolisis Gamma

No existe lisis ya que el microorganismo o es capaz de realizar hemolisis no existe un halo alrededor de la colonia.

1.14 Agar Mueller Hintol

Es recomendado universalmente para la prueba de sensibilidad a los antimicrobianos, útil con el agregado de sangre para el cultivo y aislamiento de microorganismos nutricionalmente exigentes. (BritaniaLab, 2015)

| Fórmula (en gramos por litro) | | Instrucción |
|-------------------------------|-------|--|
| Infusión de carne | 300.0 | Suspender 37 g del medio deshidratado en un litro de agua destilada. Calentar con movimientos, hervir durante 1 minuto. Esterilizar a 121 °C durante 15 mins. Enfriar, finalmente repartir en las a cajas de Petri a 4 mm sobre una superficie horizontal |
| Peptona ácida de caseína | 17.5 | |
| Almidón | 1.5 | |
| Agar | 15.0 | |
| pH final: 7.3 0.1 | | |

Tabla 5. Formula e instrucciones del Agar Mueller Hintol (BritaniaLab, 2015)

1.14.1 Fundamento

La CLSI, recomienda para su uso se de manera rutinaria para realizar un antibiograma en medio sólido, por estas razones:

- Presenta buena reproducibilidad en pruebas de sensibilidad,
- Contenido en inhibidores de sulfonamidas, trimetoprima y tetraciclina es bajo,
- Patógenos crece satisfactoriamente

Con la implementación de sangre de carnero al 5%, es útil para realizar las pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos en especies de estreptococos. (BritaniaLab, 2015)

1.15 Agar E.M.B

Es un agar selectivo de bacilos Gram negativos de desarrollo rápido con pocas exigencias nutricionales. Contribuye con el desarrollo de especies de la familia *Enterobacteriaceae*. (BritaniaLab, 2015)

| Fórmula (en gramos por litro) | | Instrucción |
|-------------------------------|-------|---|
| Peptona | 10.0 | Colocar 36 g del polvo en un litro de agua destilada. Dejar en reposo durante 5 minutos; mezclar, calentando a ebullición durante 1 o 2 minutos hasta su disolución. Esterilizar en autoclave, durante 15 minutos. Enfriar a 45 °C y distribuir y tener en movimientos leves. |
| Lactosa | 5.0 | |
| Sacarosa | 5.0 | |
| Fosfato dipotásico | 2.0 | |
| Agar | 13.5 | |
| Eosina | 0.4 | |
| Azul de metilo | 0.065 | |
| pH final: 7.2 0.2 | | |

Tabla 6. Formula e instrucciones del Agar E.M.B (BritaniaLab, 2015)

1.15.1 Fundamento

La diferenciación de microorganismos en la utilización de lactosa y/o sacarosa, y aquellos que son incapaces de hacerlo, se da por la eosina y azul de metileno ya que estos ejercen un efecto inhibitorio en bacterias Gram positivas.

1.16 Agar Salmonella Shigella

Utilizado para el aislamiento de Salmonella spp. Y especies de Shigella spp. a partir de heces, alimentos que se sospeche su existencia . (Britanialab, 2015)

| Fórmula (en gramos por litro) | | Instrucción |
|-------------------------------|---------|--|
| Pluripeptona | 5.0 | Suspenden 60 g del polvo por litro de agua destilada. Reposar 5 minutos y mezclar hasta homogeneizar. Calentar a ebullición durante 2 o 3 minutos. NO ESTERILIZAR EN AUTOCLAVE. Enfriar a 45-50 C y distribuir unos 20 ml por placa. Secar la superficie del medio unos minutos en la estufa. |
| Extracto de carne | 5.0 | |
| Lactosa | 10.0 | |
| Mezcla de sales biliares | 8.5 | |
| Lactosa | 8.5 | |
| Tiosulfato de sodio | 8.5 | |
| Citrato férrico | 1.0 | |
| Agar | 13.5 | |
| Verde brillante | 0.00033 | |
| Rojo neutro | 0.025 | |
| pH final: 7.0 0.2 | | |

Tabla 7. Formula e instrucciones del Agar Salmonella Shigella (Britanialab, 2015)

1.16.1 Fundamento

En este medio se observa el desarrollo de fermentadores de lactosa, acidifican el medio haciendo un viraje al rojo el indicador de pH, dando como resultado colonias rosadas o rojas sobre un fondo rojizo.

Es diferencial por la fermentación de la lactosa, y formación de ácido sulfhídrico a partir del tiosulfato de sodio.

Los dos microorganismos: Salmonella, Shigella y otros microorganismos no son fermentadores de lactosa, producen colonias transparentes. (Prats G. , 2005)

1.17 Agar Mac Conkey Agar

Este medio se utiliza para el aislamiento de bacilos Gram negativos de fácil desarrollo, aerobios y anaerobios facultativos. Permite diferenciar bacterias que utilizan o no, lactosa en muestras clínicas, de agua y alimentos. Todas las especies de la familia *Enterobacteriaceae* desarrollan en el mismo.

| Fórmula (en gramos por litro) | | Instrucciones |
|-------------------------------|-------|--|
| Peptona | 17.0 | Suspender 50 g del polvo por litro de agua destilada. Reposar 5 minutos y mezclar hasta uniformar. Calentar suavemente y hervir 1 a 2 minutos hasta disolver. Esterilizar en autoclave a 121 C durante 15 minutos. |
| Pluripeptona | 3.0 | |
| Lactosa | 10.0 | |
| Mezcla de sales biliares | 1.5 | |
| Cloruro de sodio | 5.0 | |
| Agar | 13.5 | |
| Rojo neutro | 0.03 | |
| Cristal violeta | 0.001 | |
| pH final: 7.1 ± 0.2 | | |

Tabla 8. Formula e instrucciones del Agar Mac Conkey (BritaniaLab, 2015)

1.17.1 Fundamento

En el medio de cultivo contiene, las peptonas, los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, la lactosa es el hidrato de carbono fermentable, y la mezcla de sales biliares y el cristal violeta son los agentes selectivos que inhiben el desarrollo de gran parte de la flora Gram positiva. Por fermentación de la lactosa, disminuye el pH alrededor de la colonia.

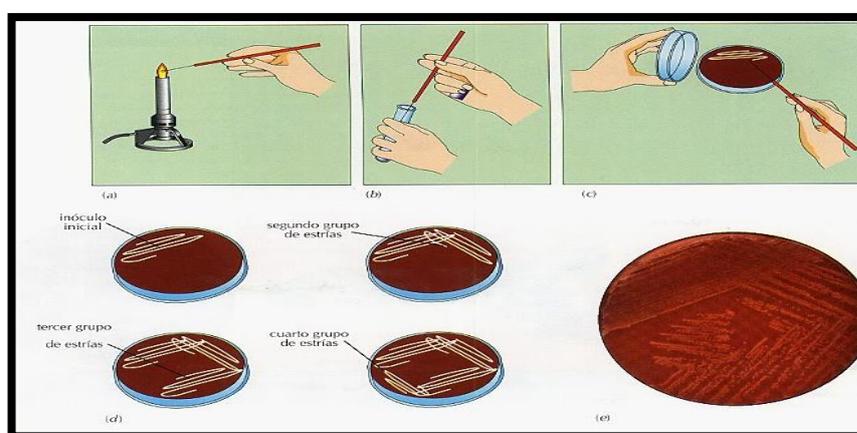
Esto produce un viraje del color del indicador de pH (rojo neutro), la absorción en las colonias, y la precipitación de las sales biliares.

Los microorganismos no fermentadores de lactosa producen colonias incoloras. (Laboratorios Britania , 2015)

1.18 TÉCNICA DE ESTRIADO

La inoculación que puede utilizarse instrumentos como la asa, hisopo para esparcir la muestra en la placa, consiste en esparcir la muestra microbiológica con movimientos de atrás hacia adelante girando la placa en un ángulo de 90°. Utilizando el asa se formará cuatro o tres cuadrantes esta técnica es cuantitativa puede ser en forma: cruzado, en Z, simple (en ángulos rectos) o masiva.

Grafico 2: Técnica de estriado



Fuente: Blog Interactivo de la Sección: 10 de Microbiología de la Profesora: Altagracia Jiménez

1.19 TÉCNICAS DE AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIACEAE

La familia de *Enterobacteriaceae* es parte de una flora normal del tubo digestivo, son Gram negativos, anaerobios facultativos con la característica de fermentar la glucosa reduciendo los nitratos a nitritos, catalasa positiva y oxidasa negativa, esta especie vive en el agua o en la tierra y suelen ser patógenos oportunistas en personas que se encuentran en estado inmunodeprimidos. Las formas de identificación para este género son las pruebas bioquímicas y algunos medios de cultivos como el Agar MacConkey. (Prats G. , 2007)

1.8 PRUEBAS BIOQUÍMICAS

Son un conjunto de varias pruebas que nos dan las características para la identificación de la bacteria, la identificación de su movimiento, de enzimas que están presentes de las características metabólicas.

Agar McConkey

Agar selectivo y diferencial para el mejor aislamiento de bacilos Gram negativos aerobios, anaerobios facultativos este medio incluye en su componentes sales biliares y cristal violeta ,las bacterias Gram positivas tiene lactosa ,como un indicador rojo neutro que da la característica de ser lactosa positivo o negativo. La técnica de siembra puede ser de dos maneras en superficie estriada, en profundidad con el asa de punta previamente esterilizada con movimientos leves para que proceda con la solidificación. (Laboratorios Britania , 2015)

Prueba de Catalasa

Enzima que provoca el proceso de libramiento de agua y oxígeno a partir de peróxido de hidrogeno es inmediato para la identificación del cultivo de microorganismos al momento de presenciar a simple vista al incorporar al peróxido de hidrogeno con una colonia la reacción es positiva al presentar efervescencia. Esta es un prueba rápida y fácil para identificar *Streptococcus* (catalasa negativo) y *Staphylococcus* (catalasa positivo) dado que los dos microorganismos son cocos Gram positivos. (Bailey & Scott, 2009)

Prueba de Oxidasa

Los electrones y en la vía metabólica del nitrato de algunas bacterias, distingue bacterias Gram negativas en los grupos existentes su técnica es recubrir las colonias con clorhidrato de tetrametil-p-fenilendiamina al 1% y frotar la muestra de la colonia

fijado a un papel. Esta prueba es utilizada para la identificación de bacterias Gram negativas como: Oxidasa (+): *Pasteurella multocida*, Oxidasa (-): *Escherichia coli*

Prueba del Indol

Esta prueba define la presencia de la enzima triptófano que reduce el aminoácido triptófano en ácido pirúvico, amoníaco, e Indol. El Indol es el indicador aldehído en donde se aprecia cuando es positivo que genera un color rojo o rojo violeta en la parte superior de la prueba.

Rojo Metilo y Voges Proskauer

Muestra la capacidad de la bacteria para fermentar la glucosa con la producción de ácido mixta como resultado final que es la acetona por la vía butanodiólica y formar el ácido por medio de su indicador de rojo metilo. La técnica que se usa para este medio es llevar una colonia e ingresar al medio solidificado en la estufa a 35°C de 24 a 48 horas, a esta prueba se añade un reactivo de alfa-naftol al 5% en alcohol etílico absoluto y 0.2 ml de hidróxido de potasio al 40% agitar a temperatura ambiente de 10 a 15 minutos en la superficie se forma un halo rojo al ser positiva la prueba. (Laboratorios Britania , 2015)

El rojo de metilo es un indicador de pH desde rojo (pH 4,2), amarillo (pH 6,3). Por lo consiguiente produce una formación de ácidos produce en la fermentación del carbohidrato. Cuando la reacción es positiva indica que existe fermentación acidoláctica de la glucosa por la vía ácido-mixta. Positivo: rojo y negativo: amarillo. (BRITANIA, 2008)

Agar Simmons Citrato

Medio de diferenciación en donde las bacterias usan al citrato como la única fuente de carbono y para energía necesarios para que exista el medio necesario para el desarrollo en su composición el indicador de pH se torna un color azul en un medio alcalino con técnica de pico de flauta para su incubación puede necesitar 7 días. Se interpreta como

positivo cuando se torna de color azul será citrato positivo, de lo contrario, será citrato negativo si permanece de color verde. (Laboratorios Britania , 2015)

Agar Triple Azúcar Hierro (TSI)

Medio de cultivo para diferenciación de Enterobacterias, que corresponden a la fermentación o no de glucosa, lactosa o sacarosa, producción o no de ácido sulfhídrico o gas. Características propias observables como el cambio de color, obscurecimiento del medio o desplazamiento a la parte superior del medio solidificado que será resultado de producción de gas. (Laboratorios Britania , 2015)

1.9 TÉCNICAS DE AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE *Staphylococcus aureus*.

También llamado estafilococo dorado es un microorganismo procariota (coco inmóvil) que se dispone en forma de racimos que utiliza o no el oxígeno que al microscopio se observan de un color violeta identificable en el microscopio, por medio de cultivos y pruebas bioquímicas Para la identificación de este género la microbiología ingenio un método de estafilococo llamada también coagulasa que es un enzima propia de *Staphylococcus aureus* es muy resistente al calor de 30 min a 60 °C esta enzima que proviene del suero, produce una coagulo de fibrina (Bailey & Scott, 2009), en el siguiente cuadro se presentan la identificación del microorganismo con las pruebas con resultados expuestos :

Tabla 9: Identificación del microorganismo *Staphylococcus aureus*
(Bailey & Scott, 2009)

| | |
|------------------|-----------------|
| Catalasa | Positiva |
| Coagulasa | Positiva |
| Oxidasa | Negativa |
| Fermenta | Manitol |

Agar Manitol Salado

Medio de cultivo selectivo y diferencial para la diferenciación y aislamiento de *Staphylococcus aureus* y para *Staphylococcus spp.* patógenos contiene extractos de carne, peptona de carne, ayudan a ser parte del desarrollo de la bacteria, el manitol es el hidrato de carbono fermentable en donde el cloruro de sodio inhibe el crecimiento de la flora que acompaña a la muestra, el rojo fenol es un indicador de pH produciendo ácidos que modifican tornándole de color rojo a un amarillo y dividiendo colonias amarillas y redondeadas o no de un halo amarillo. La técnica usada para este medio es el estriado con el asa de mercurio. Para la incubación necesita de 18 a 24 horas a una temperatura de 35 a 37 °C. (Laboratorios Britania , 2015)



Gráfico 3: Agar Manitol salado en presencia de *Staphylococcus aureus*. La producción de ácidos que provienen de la fermentación del manitol se detecta por el cambio de color de indicador de pH presente en el medio Manitol (rojo fenol) (amarillo) (+).

1.20 PLACAS PETRIFILM

Las placas Petrifilm son métodos reconocidos por la AOAC INTERNACIONAL. (Association of Official Analytical Chemist) como Métodos Oficiales de Análisis (OMA) consiste en medios de cultivos listos para realizar la siembra bacteriana, están compuestos por un film superior plástico recubierto de un adhesivo, indicador y gel soluble en frío; y gel soluble en frío, lo que permite llevar a cabo la siembra de forma rápida y reproducible. (Petrifilm™ 3MTM Placas, 2014)

El análisis microbiológico se lleva a cabo en tres etapas muy sencillas.

1. Siembra: fácil sin necesidad de preparación de medio, solo se levanta el film y se añade la muestra.
2. Incubación: ocupan muy poco espacio en la estufa debido a su diseño.
3. Interpretación: por los pigmentos indicadores incorporados el recuento se realiza de manera sencilla y en pocos minutos. (Petrifilm™ 3MTM Placas, 2014)

1.21 Beneficios:

- Mejora las condiciones de trabajo para los analistas ya que al tratarse de placas listas para usar el trabajo se realiza en la mitad del tiempo, aumentando la productividad y organización en el trabajo, con garantía en cada proceso
- El tamaño compacto de la placa reduce mucho espacio en el laboratorio y reduce los residuos.
- El proceso de fabricación de estas placas es garantizado debido a que posee la Certificación ISO 9000 para desarrollo producción y comercialización, por lo que además están en conformidad con los requerimientos para medios de cultivo. (Petrifilm™ 3MTM Placas, 2014)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo ya que se procedió a evaluar los parámetros físico-químicos para determinar la calidad de agua de la Laguna del Quilotoa, y realizando un conteo de los microorganismos en un mililitro de agua de la laguna para obtener el resultado en unidades formadoras de colonias con el método de placas Petrifilm de los seis puntos en un tiempo estipulado de dos meses identificando los indicativos de sensibilidad de la bacteria al antibiótico empleando técnicas y método como el de Kirby-Bauer.

A esto se le suma métodos de estudio para su identificación cualitativa, como los cultivos en agares que diferencian a cada uno por las características que presentaron como cambio de color ayudaron a su clasificación en las muestra

2.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación cuenta con un diseño de modalidad que se enfoca en las siguientes modalidades:

Investigación de campo: El estudio se realizó en la Laguna del Quilotoa donde se procedió a la toma de muestra de agua de 6 puntos establecidos, en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 para ser analizadas de formas físico-químicas y microbiológicas en el laboratorio de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato en el campus de Querocha.

Investigación documental: Para la fundamentación de esta investigación se utilizó información proveniente de artículos científicos, repositorio de tesis, libros, artículos científicos en sitios web.

Investigación Experimental: En esta investigación se analizaron las muestras en el laboratorio de microbiología del campus Querochaca con el instrumental y técnicas necesarias para los procedimientos cualitativos y cuantitativos de los microorganismos resultantes de la recolección de las muestras de los 6 puntos estipulados geográficamente de la laguna del Quilotoa.

2.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es necesaria para esta investigación:

Investigación Exploratoria

Las investigaciones se harán en las áreas microbiológicas y físico-químicas, en puntos estratégicos, estudios de su composición en 6 puntos para la evaluación y caracterización del agua.

Investigación Descriptiva:

Por el conocimiento de la calidad de agua de las muestras procesadas durante el tiempo estipulado de los seis puntos de la Laguna del Quilotoa.

2.4 SELECCIÓN DEL ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO

Área: Bacteriología.

Campo: Microbiología

Aspecto: Parámetros fisicoquímicos
Parámetros bacteriológicos

Objetivo de estudio: Análisis del Agua de la Laguna del Quilotoa.

Delimitación espacial: La investigación se realizó en la laguna de Quilotoa de la zona central de Ecuador.

- **Parroquia:** Zumbahua
- **Cantón:** Pujilí
- **Provincia:** Cotopaxi
- **Temperatura Normal:** 12 °C
- **Latitud:** 51° 51' 00" S
- **Longitud:** 78° 42' a 78° 49'
- **Altitud:** 3.814 m.s.n.m
- **Coordenadas :** 0°51'40"S 78°53'50"O

Extensión: De tres kilómetros de espesor tiene la laguna, y puntas irregulares de 440 metros entre el nivel del agua al extremo sobresaliente del volcán.

Delimitación temporal: Las muestras fueron recolectadas en un periodo de dos meses diciembre –enero y finalizó el procedimiento de identificación y antibiogramas en el mes de febrero.

2.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

Universo: Agua de la Laguna del Quilotoa de la zona central del Ecuador

Muestra: 48 muestras de agua de la Laguna del Quilotoa de la Zona Central del Ecuador.

2.6 PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA:

Las muestras fueron recolectadas en puntos estratégicos en donde se observó ,que existen factores que influyen para ser reportados como la cantidad existente de vegetación en el interior y entorno de la Laguna del Quilotoa que reacciona a las actividades que se realizan en la laguna con la existencia de fumarolas que se encuentran a los extremos, tomando en cuenta así que en días lluviosos el materia

arenoso y con las heces fecales de caballos y burros que se encuentran en el camino de ascenso y descenso se combinan con el agua de la laguna .

Gráfico 4: Plano de la Laguna de Quilotoa y sus ejes a investigarse.

Fuente: Google Maps



Tabla 10: Puntos de Toma de Muestras de la Laguna de Quilotoa

| P | HORA DE TOMAS DE MUESTRAS (Meses Dic. Ene) | COORDENADAS | PROFUNDIDAD | ALTITUD Msnm | SITUACION | ENTORNO |
|---|--|---|-------------|--------------|-----------|--|
| 1 | 7:00 am / 16:00 pm | 0°51'43". 76 S 78°54'41. 36" O | 250 m | 3.814 | Norte | Orilla laguna. |
| 2 | 7:00 am /16:00 pm | 0°51'47"5 3 S 78°54'29. 43" O | 250 m | 3.812 | Nor-oeste | Presencia 1ra fumarola. |
| 3 | 7:00 am/16:00 pm | 0°51'32,3 9" S 78°54'49. 56" O | 250 cm | 3.814 | Nor-este | Presencia de escombros rocosos y vegetación de algas. |

| | | | | | | |
|---|----------------------|---|--------|-------|----------|---|
| 4 | 7:00 am /16:00 pm | 0°51'58,6 2" S 78°54'22. 82" O | 250 cm | 3.811 | Sur-Este | Presencia 2da fumarola. |
| 5 | 7:00 am /16:00 pm | 0°51'40,3 0" S 78°54'5,4 0" O | 250 cm | 3.813 | Sur | Presencia de algas marinas en abundancia |
| 6 | 7:00 am /16:00 pm | 0°51'46,4 3" S 78°54'20. 06" O | 250 cm | 3.814 | Sur-este | Presencia de algas marinas en abundancia |

Elaborado por: Tannia Llagua

2.6.1 TAMAÑO DE MUESTRA

Se realizó un total de 48 muestreos en 6 puntos geográficos estabilizados en tres meses durante la investigación, se recolecto 1.300 ml de volumen de agua de muestra en cada una de las tomas.

Para el área bacteriológica se necesitó de 250 a 300 ml en envases con una apertura amplia para la recolección y utilización cómoda en el laboratorio, la investigación físico-química se utilizó, 1000 ml pertenecientes a 1 litro, las mismas que son permitidas por las normas INEN (Nte INEN 2169:2013).

2.6.2 TOMA DE MUESTRA DE LA LAGUNA

Para la recolección y análisis de muestras en la investigación de los parámetros físicos químicos y parámetros microbiológicos de la Laguna del Quilotoa es necesario aplicar la normativa ecuatoriana en donde se menciona la transportación muestreo y la conservación.

De acuerdo a la técnica de recolección de muestra del agua de la Laguna del Quilotoa para el análisis fisicoquímico se debe lavar el envase a recolectar la muestra para ser llenados y sellados para evitar la contaminación y la alteración del pH, identificación de las muestras con datos necesarios como son la fecha, la hora, nombre del recolector

de la muestra para evitar la confusión de las muestras al llevarlas al laboratorio. (INEN, 2013)

Las muestras de agua para el análisis bacteriológico se tomaron manualmente de seis puntos de la laguna de Quilotoa entre los 30 a 35 cm de la superficie del agua en la mañana a las 7 hasta las 9 y en la tarde de 13 a 16 horas con el mismo procedimiento indicado en cada punto con frascos de boca ancha y de plástico y con una tapa hermética con el proceso señalado a continuación:

- En una profundidad de 20 a 30 cm el envase se sumergió.
- Con movimientos en círculos la muestra se fue recolectando.
- Seguido de la identificación de cada uno de los puntos y temperatura para ser depositado en el cooler.
- Realizándose el procedimiento en horas de la mañana 7:00 - 9:00 y en la tarde de 16:00 – 18:00.

2.7 TÉCNICAS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA.

Los métodos para el análisis del agua utilizado por la marca HACH son aceptados por la USEPA (Agencia para la protección del ambiente) de EE.UU, que aprueba los procedimientos que fueron utilizados para cada analito.

Determinación de amoniaco

Para el blanco

1. Se debe ingresar el código asignado para el analito nitrógeno de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) 380N amoniacoal Ness.
2. En el vaso de precipitación se coloca 25 ml de agua destilada seguida de 3 gotas del estabilizador mineral, y después 3 gotas de agente dispersante alcohol polivinílico.
3. Se coloca el contenido de la celda en el soporte del fotómetro cerrando el escudo para que se dé la reacción.
4. En la pantalla del fotómetro se mostrara 0.0 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$ HR.

Para las muestras:

1. En el vaso de precipitación se vierte 25 ml de la muestra seguida de 3 gotas del estabilizador mineral, y después 3 gotas de agente dispersante alcohol polivinílico.
2. Se coloca el contenido de la celda en el soporte del fotómetro cerrando el escudo para que se dé la reacción.
3. En la pantalla del fotómetro se mostrara el resultado del en mg/l de nitrógeno de nitrato (NO₃-N)

Determinación de sulfatos

El rango de medición es: 2 -70 mg/L SO₄²⁻ .

Para el blanco:

1. Seleccionar el método 680 sulfatos.
2. Se llena la cubeta 25 ml con la muestra.
3. En el espectrofotómetro se coloca la cubeta para su lectura
4. El resultado del blanco será: 0.00 mg/L SO₄²⁻

Preparación de la muestra:

1. Añadir el contenido de un sobre de reactivo sulfuro polvo al vaso de precipitación para su mezcla.
2. Se coloca en el agitador durante 1 min.
3. La presencia de sulfato se apreciara una turbiedad blanca.
4. Se deja reposar por 5 min para su lectura.

Determinación de nitratos

El rango para la medición es de (0.3-30.0 mg/L NO-N)

Para el blanco:

1. Seleccionar el método 355 N Nitrato RA PP, presionar Inicio.
2. En una cubeta se coloca 10 mL de muestra.

3. En la pantalla del espectrofotómetro se presiona la palabra y esta indicará: 0.00 mg/L NO₃-N.

Para la muestra:

1. En el vaso de precipitación poner 10 mL de muestra más el contenido de un sobre de reactivo nitrato en polvo.
2. Esperar 5 minutos para su lectura.
3. Si existe la presencia de nitrato este se tornara a un color ámbar.
4. El resultado aparecerá en mg/L NO₃-N.

Determinación de nitritos

El rango para la medición es 0.002-0.300 mg/L NO₂-N

Para el blanco:

1. Seleccionar el método 371 N Nitrito RB PP
2. En una cubeta se coloca 10 mL de muestra.
3. En la pantalla del espectrofotómetro se presiona la palabra y esta indicará: 0.00 mg/L NO₂-N

Para la muestra:

1. En el vaso de precipitación poner 10 mL de muestra más el contenido de un sobre de reactivo nitrato en polvo.
2. Esperar 5 min para su lectura.
3. Si existe la presencia de nitrito este se tornara a un color rosa.
4. El resultado aparecerá en mg/L NO₂-N.

Determinación para la alcalinidad

El rango de medición 10-4000 mg/L CaCO₃

1. Con la ayuda de una pipeta colocar en una probeta 250 ml. en el caso que la muestra sea menos a 100 ml se procede a la dilución de la muestras hasta 100ml con agua destilada.

2. Se coloca en la dilución 8 gotas de anaranjado de metilo mientras se va colocando con el ácido sulfúrico (H_2SO_4).
3. El viraje de color se da al cambio de pH es observable a la vista a un color ladrillo.

Determinación de conductividad y SDT

1. El medidor debe estar en modo de lectura de conductibilidad.
2. Se coloca la sonda en el estándar y con movimientos de debe despojar alguna burbuja existente en el recipiente con la muestra.
4. El resultado de la medición mS/cm

Medición de sólidos disueltos totales (TDS)

1. Se debe buscar la opción donde nos aparezca un icono: CON/TDS/SAL hasta
2. Se le deja que repose durante 5seg.
3. El resultado se reporta el valor en mg/l

Determinación de Ph

1. Se debe utilizar el buffer dos o tres veces
2. Se sumerge el electrodo del pHmetro Schott.
3. Se espera que se estabilice por 5 segundos.
4. Se retira el electrodo, se lo lava con agua destilada y se lo sumerge al resto de muestras a procesar.

Determinación de la turbiedad

Su rango de lectura es de: 0 a 4000 NTU

1. En la celda redonda se recolecta 30 ml de muestra y se procede a tapanla.
2. En el equipo HACH 2100N turbidímetros se coloca la celda limpia y evitando la formación de burbujas.
3. Sujetar la celda por la tapa y colocar en el equipo para su lectura.

2.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Aislamiento, siembras agar de cordero al 5%

La técnica utilizada para siembra de microorganismos es por agotamiento y estriar en tres cuadrantes.

Fundamento:

El agar sangre es una combinación de agar nutritivo y sangre ovina o humana al 5% ayuda para la identificación de hemólisis para lo cual esta debe ser carente de glucosa, galactosa, fructosa y de pentosas puede emplearse sangre de conejo, cordero o humana, esta sangre debe estar en óptimas condiciones no debe tener coágulos debe estar estéril y no ser sometidas a cambios de temperatura.

2.8.1 TÉCNICA POR AGOTAMIENTO EN SUPERFICIE EN UNA PLACA:

1. En la placa Petri colocar el medio de cultivo eliminando el exceso de humedad.
2. Se esteriliza el asa a usar para proceder a coger una colonia de la placa Petrifilm.
3. En la parte superior se deposita la colonia a sembrar y se aplica la técnica de estriamiento.
4. Girando la placa en 90° se continúa estriando hasta terminar con la técnica de tres cuadrantes.
5. Incubar de 12 a 24 horas a 37° C.

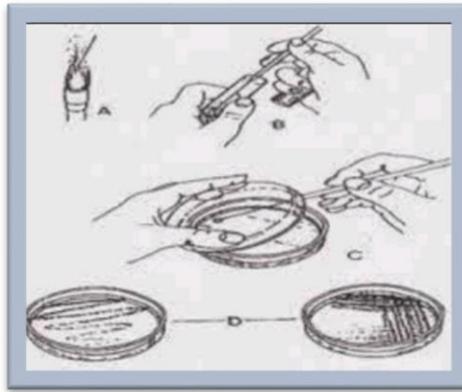


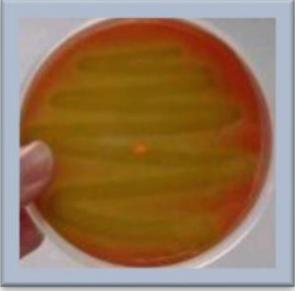
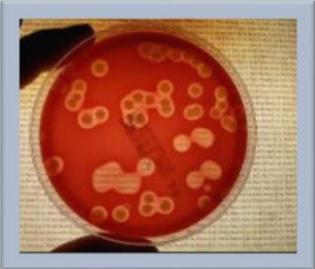
Gráfico 5: Técnica de siembra por estrías

Fuente: (Hylary, 2014)

2.9 RESULTADOS, INTERPRETACIÓN DE AGAR SANGRE DE CORDERO 5%

Se observa las características de las colonias y el tipo de hemólisis que presenta el agar:

Tabla 11: Tipos de hemólisis

| | | |
|------------------------------|---|---|
| <p>Hemólisis alfa</p> | <p>Alrededor de las colonias debido a que producen los microorganismos la oxidación de la hemoglobina y el peróxido se torna de un color verde.</p> |  |
| <p>Hemolisis beta</p> | <p>Se presentan en las colonias un halo muy claro y brillante porque se da el rompimiento de los eritrocitos.</p> |  |

| | | |
|------------------------|--|---|
| Hemólisis gamma | No presenta halos alrededor de las colonias ni color |  |
|------------------------|--|---|

Fuente: (Hylary, 2014)
Elaborado por: Tannia Llagua

Siembra en agar MacConkey.

Es un medio de cultivo selectivo y diferencial para Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, permite la diferenciación de microorganismos que fermentan a la lactosa o no en este grupo tenemos a las *Enterobacterias* que es el medio ideal para su crecimiento.

Fundamento e interpretación de resultados Agar MacConkey.

Este medio de cultivo permite que las peptonas actúen como nutriente aumentando a los microorganismos la lactosa e hidrato de carbono con la combinación entre cristal violeta y sales biliares que son elementos indicados que no permitirán el crecimiento de la flora Gram positiva. (BRITANIA, 2008)

Agar manitol salado

Este medio es selectivo para estafilococos cuando las bacterias no pertenecen a este grupo por la alta concentración de cloruro de sodio las inhibe.

Los estafilococos de coagulosa positiva fermentan el manitol haciendo que el medio cambie de color al amarillo en cuanto a las no fermentadoras se expondrán de color rojo. (Bannerman, 2003)

2.10 TÉCNICA DE LA COLORACIÓN GRAM:

Técnica diferencial fue desarrollada por el Dr. Christian Gram en 1884 es un método frecuentemente utilizada para definir bacterias que tienen una capa de peptidoglicano (Gram positivas) y capa muy fina. (Cavallini Rodriguez, Coronado, Chavarria, & Hidalgo, 2000)

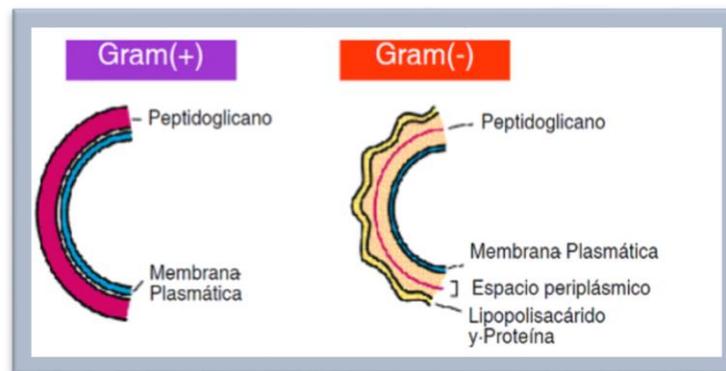


Grafico 6: Técnica de tinción GRAM

Fuente: Tinciones en microbiología (Bacteriología general)

Técnica

- Obtener una área esterilizada es necesario un mechero encendido, después se procede a limpiar un portaobjetos.
- En el portaobjeto se agrega una gota de solución salina.
- Se toma una colonia pequeña con la ayuda de un asa previamente esterilizada y para ser colocada en la porta objeto.
- A temperatura ambiente se deja secar el portaobjeto.
- Una vez seca se coloca un colorante primario cristal violeta por 1 min, para después lavar con un chorro medio de agua.
- La siguiente aplicación será del lugol que cumple la función de fijar, esto por un minuto más para después lavar con agua.
- El alcohol cetona se colocará por 30 segundos y rápidamente se lava con agua a chorro medio.
- El ultimo colorante es la safranina actúa como colorante contraste para este procedimiento se necesita un minuto, y se procede a lavar con agua.

- Terminado ya el proceso de la coloración la placa se debe secar completamente para ser observado en el microscopio de 100X con la ayuda de una gota de aceite de inmersión.

Interpretación de la tinción Gram

El propósito de esta técnica es la identificación para la diferenciación de bacterias y la determinación de Gram negativos o positivos mediante su morfología en cuanto se identifique bacilos o cocos y así de esta manera ubicar en el medio de cultivo apropiado y tener condiciones necesarias para su crecimiento.

2.11 CUANTIFICACIÓN

2.11 .1 MÉTODO DE CULTIVO 3M PETRIFILM

Los Medios de cultivo 3M™ Petrifilm son placas que se utilizan para las pruebas en el área de microbiología para la determinación de bacterias.

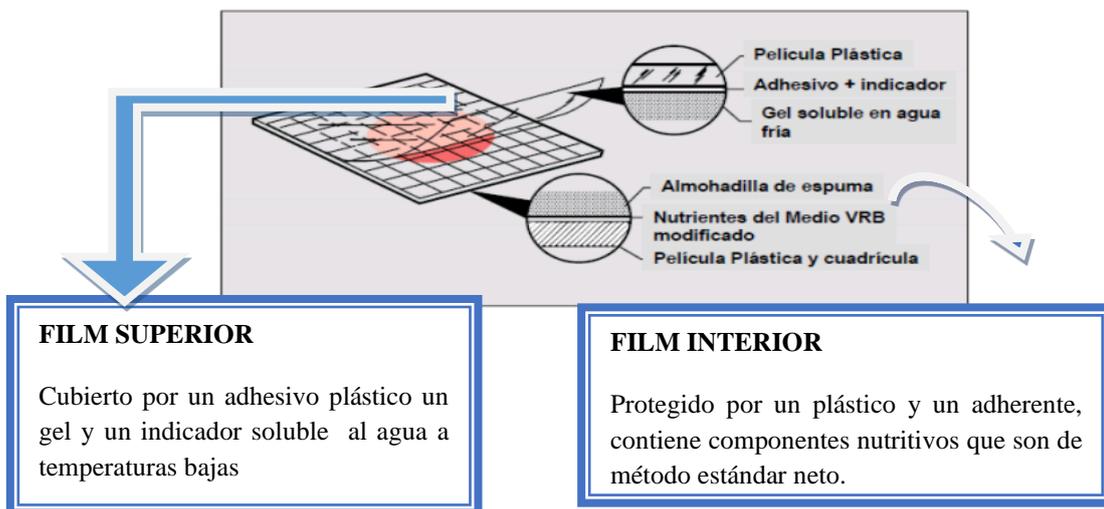


Gráfico 7: Boceto Placa Petrifilm™

Fuente: (Petrifilm™ 3. , 2008)

Para el recuento bacteriano de, *E.coli*/coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, microorganismos aerobios se procedió a efectuar la técnica que el fabricante de las placas Petrifilm (3M Petrifilm™) sugiere:

- Colocar en un área plana la placa 3M™ Petrifilm seguido levantar el film superior.
- Ayudados con una pipeta se llega a colocar de modo perpendicular 1ml de la muestra en el medio del 3M™ Petrifilm.
- Descender el film superior cuidadosamente para evitar la formación de burbujas.
- Se procedió a poner en el film superior de mayor sensibilidad en la mitad del inóculo, para abajo.
- Repartimos con el asa toda la muestra ejerciendo una pequeña compresión en el aplicador. No se debe voltear ni dejar escurrir el aplicador, levantar el aplicador y de 2 a 5 minutos esperar a que se solidifique el gel.
- Se Incubo 10 placas hacia arriba las placas 3M™ Petrifilm. Su incubación varía de acuerdo al método y temperatura que se procedió.
 - *S. aureus* 37°C incubar 24 horas
 - Coliformes totales 35°C incubar 48horas
 - *E. coli* 35°C incubar 24 horas
- Pasamos a la lectura de las placas 3M™ Petrifilm utilizando el contador de colonias
- Para el reporte del resultado se utiliza UFC/ml. La lectura se realiza con escasa luz de fondo, usar luz directa
- Las colonias que se encontró se aislaron para su identificación.

2.11.2 INTERPRETACIÓN DE LAS PLACAS PETRI FILM

Los rangos de referencia de cada uno de las muestras de los puntos que se tomó se las reporto en unidades formadoras de colonias (UFC) (Petrifilm™ 3. P., 2008)

Tabla 12: Limites para el conteo de colonias en unidades formadoras de colonias.

| RANGO (UFC) | MICROORGNISMOS |
|-------------|------------------|
| 20 – 200 | <i>S. aureus</i> |
| 20 – 200 | <i>E. coli</i> |
| 20 – 200 | Coliformes |

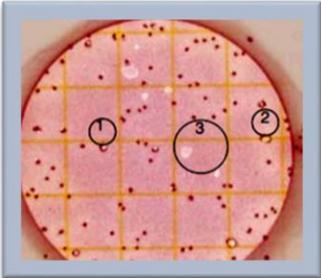
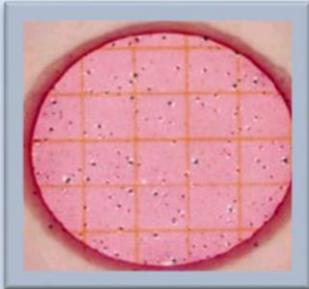
Fuente: (Petrifilm™ 3. , 2008)
Elaborado por: Verónica Llagua

2.11.3 RECUENTO PARA *E. coli* COLIFORMES TOTALES

En el Recuento de *E. coli* y Coliformes Totales las placa Petrifilm contienen Bilis Rojo Violeta (VRB) este indica la actividad de la Glucuronidasa con un agente indicador que ayuda al recuento de las colonias. El 97% forma beta-glucuronidasa y un precipitado de color azul formada por la bacteria *E. coli*.

Retiene el gas que produce Coliformes y *E. coli* debido a la fermentación de la lactosa. Dentro del 95% de *E. coli* genera gas, tornándose de un color azul y rojo azuladas por la cantidad de gas que fue atrapado en la Placa 3M™ Petrifilm. (Petrifilm™ 3. , 2008) Por la transformación metabólica de la lactosa a los coliformes de los considera como Gram Negativos. .

Tabla 13: Inserto Recuento de *E. coli*/ Coliformes Totales

| Placas Petrifilm™ para el Recuento de <i>E. coli</i>/Coliformes | | |
|--|---|---|
| Conteo de Coliformes | La presencia de burbujas irregulares se da por el gas que suele romper a la colonia, de una inoculación no adecuada y relaciona con colonias rojas. |  |
| Metodología AOAC Internacional | Conteo de <i>E. coli</i> Conteo de Coliformes Totales |  |
| Recuento de <i>E. coli</i> | El color azul determina la presencia de <i>E. coli</i> . Para una mejor observación la luz debe estar de frente. |  |

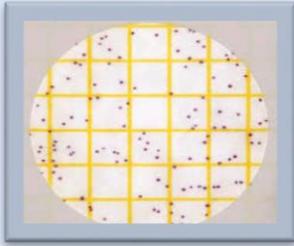
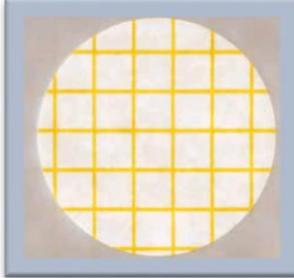
Fuente: (Petrifilm™ 3. , 2008)

Elaborado por: Tannia Llagua

2.11.4 RECUENTO PARA *Staphylococcus aureus*

La placas 3M™ Petrifilm para *Staphylococcus aureus* es un cultivo preparado para colocar las muestras directamente, contiene un gel soluble en agua de bajas temperaturas, es cromogénico modificado Baird – Parker es un medio selectivo y diferencial presentándose rojo-violeta significado de que son *Staphylococcus aureus*, (Petrifilm™ 3M™ Placas, 2014)

Tabla 14: Inserto para *Staphylococcus aureus*

| Placas Petrifilm™ para el Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> | | |
|---|--|---|
| <u><i>S.aureus</i></u> | Colonias rojo – violeta presencia significativa de <i>Staphylococcus aureus</i> . |  |
| <u><i>S.aureus</i></u> | El informe de reporte se pondrá 0 si a las 24 horas de poner a encubar no se observan colonias |  |

Fuente: (Petrifilm™ 3. , 2008)

Elaborado por: Tannia Llagua

Las unidades formadoras de colonia (UFC) son unidades de medida que se emplea para la cuantificación de bacterias y contabilizar el número de bacterias requiere de un método en donde se cuantifica a las bacterias en unos medios sólidos o líquidos. (Garcia, Fernandez del Barrio, & Paredes, 1997)

2.11.5 PRUEBAS DE SENSIBILIDAD

El método Kirby Bauer es el indicado para la prueba de sensibilidad se inocula en la superficialidad del agar los discos con una concentración del antibiótico se incuba de 16 a 18 horas con una temperatura de 15 a 37°C.

Se reportaran como sensible, intermedios o resistentes.

El antibiograma se realiza de acuerdo a la técnica:

- Pasada la hora de incubación que es de 18 a 24 horas, se toma de 2 a 3 colonias para ser mezcladas en suero fisiológico en un tubo.
- La turbidez es equivalente al estándar 0.5 de la escala de Mc. Farland, haciendo una comparación con el tubo de inoculación más otro el tubo de la escala con una hoja blanca con líneas negras.
- Después de ajustar la turbidez 15 minutos para así ajustar a la turbidez que se necesita para el procedimiento
- Con la ayuda de un hisopo en las paredes del tubo en varias ocasiones se debe quitar el exceso de muestra.
- En el Agar Muller Hinton se procede a esparcirlo con un hisopo girándolo de dos a tres veces para que la muestra se extienda para que pueda existir un crecimiento uniforme.
- Se deja secar de 3 a 5 min en donde la humedad se impregna al agar antes de colocar los antibióticos.
- Con unas pinzas previamente esterilizadas con un mechero se procede a tomar los discos para colocarlos en la superficie para que este impregnado al agar a una distancia entre discos de 15 mm del margen de la placa y 24 mm desde el medio.
- La normativa de las tablas de CLSI argumenta que si la placa Petri es de 150 mm como máximo se puede colocar la cantidad de 12 discos, y de 100 mm 5 discos.
- En forma invertida se procede a la colocación de las placas en la estufa a una temperatura de 35 °C a 37 °C.

- Con la ayuda de una regla se procede a la medición de cada diámetro de los halos de inhibición de los discos haciendo comparación con las tablas del CLSI, que clasifica a los halos en :
 - Sensible (S) = halos iguales que indique la tabla CSLI
 - Intermedio (I) =halos que están en diámetros dentro de lo establecido
 - Resistente (R).= Iguales o menores al valor de referencia CSLI.(Picazo, 2000)

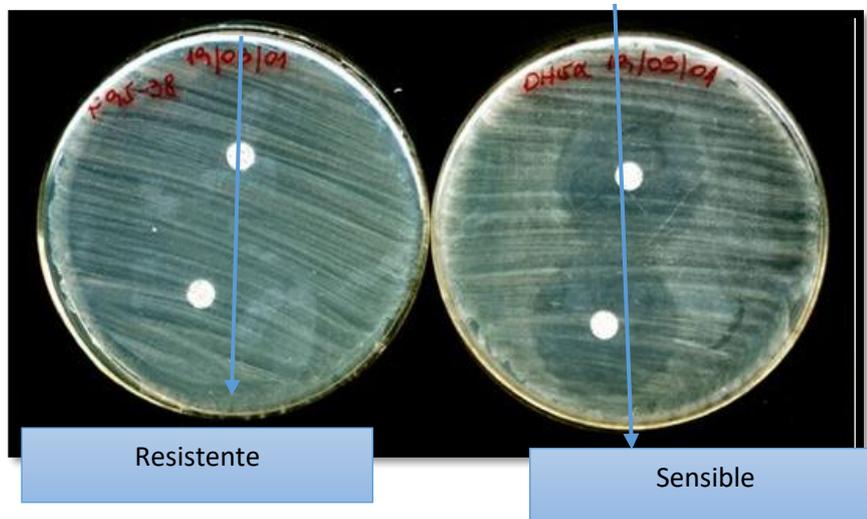


Grafico 8: Técnica de Agar Muller Hinton muestra la resistencia y la sensibilidad a los antibióticos.

Tabla 15: CSLI Enterobacterias

| ANTIBIÓTICO | RESISTENTE | INTERMEDIO | SENSIBLE | GRAMOS |
|--|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| Ampicilina | ≤ 14 | 15 – 16 | ≥ 17 | 10 µg |
| Piperacilina | ≤ 17 | 18 – 20 | ≥ 21 | 100 µg |
| Amoxicilina + A.clavurónico | ≤ 13 | 14 – 17 | ≥ 18 | 20/10 µg |
| Piperacilina- tazomicina | ≤ 17 | 18 – 20 | ≥ 21 | 100/10 µg |
| Cefalotina | ≤ 14 | 15 – 17 | ≥ 18 | 30 µg |
| Cefuroxima | ≤ 14 | 15 – 17 | ≥ 18 | 30 µg |
| Cefoxitina | ≤ 14 | 15 – 17 | ≥ 18 | 30 µg |
| Cefotaxima | ≤ 14 | 15 – 22 | ≥ 23 | 30 µg |
| Ceftazidima | ≤ 14 | 15 – 17 | ≥ 18 | 30 µg |
| Cefepima | ≤ 14 | 15 – 17 | ≥ 18 | 30 µg |
| Imipenem | ≤ 13 | 14 – 15 | ≥ 16 | 10 µg |
| Meropenem | ≤ 13 | 14 – 15 | ≥ 16 | 10 µg |
| Ertapenem | ≤ 15 | 16 – 18 | ≥ 19 | 10 µg |
| Aztronam | ≤ 15 | 16 – 21 | ≥ 22 | 30 µg |
| Gentamicina | ≤ 12 | 13 – 14 | ≥ 15 | 10 µg |
| Tobramicina | ≤ 12 | 13 – 14 | ≥ 15 | 10 µg |
| Amikacina | ≤ 14 | 15 – 16 | ≥ 17 | 30 µg |
| Cotrimoxazol | ≤ 10 | 11 – 15 | ≥ 16 | 25,23,75 µg |
| Ciprofloxacino | ≤ 15 | 16 – 20 | ≥ 21 | 5 µg |
| Tetraciclina | ≤ 14 | 15 – 18 | ≥ 19 | 30 µg |
| Cloranfenicol | ≤ 12 | 13 – 17 | ≥ 18 | 30 µg |

Fuente: (CSLI, 2018)

2.12 HIPOTESIS

Hipótesis nula (H₀)- Las aguas de la Laguna de Quilotoa cumplen las características físico-químicas y bacteriológicas según la normativa de la Organización Mundial de la Salud, la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, Normativa de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA.

Hipótesis alternativa (H₁) Las aguas de la Laguna de Quilotoa no cumplen las características físico-químicas y bacteriológicas según la normativa de la Organización Mundial de la Salud, la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, Normativa de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA.

CAPITULO III

3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2 VALORACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DE LA LAGUNA DEL QUILOTOA

La evaluación fisicoquímica y bacteriológica del agua de la Laguna del Quilotoa, se realizó en el laboratorio de la carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato en el campus de Querochaca de seis puntos en determinadas horas de la mañana y de la tarde. Estos resultados que se obtuvieron fueron comparados con los valores del Texto unificado de la legislación ambiental secundaria para el medio ambiente Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

Resultados que se obtuvieron en el análisis se pudo comparar con los límites que están permitidos en el Texto unificado de la legislación ambiental secundario para el medio ambiente “Norma de Calidad Ambiental y descarga de afluentes: recurso: agua. En la siguiente tabla se muestra los resultados que se obtuvo en la mañana y en la tarde de los 6 puntos establecidos para el estudio de las aguas de la Laguna del Quilotoa, los resultados obtenidos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato Campus Querochaca pertenecientes a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico

Tabla 16: Resultado de la caracterización fisicoquímica de las aguas de la Laguna del Quilotoa

| MUESTRA | pH | T° (°C) | Turb (NTU) | Alcali (mg/L) | Amoniac (mg/L) | Conductibili (µS /m) |
|----------------|-----------|--------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| P1M1LQM | 7,06 | 17 | 1,89 | 910 | 8,21 | 16,78 |
| P2M1LQM | 7,35 | 20 | 1,56 | 924 | 7,25 | 12,74 |
| P3M1LQM | 7,76 | 7 | 1,45 | 910 | 7,85 | 16,24 |
| P4M1LQM | 7,94 | 10 | 1,85 | 962 | 7,56 | 13,25 |
| P5M1LQM | 7,94 | 10 | 1,89 | 967 | 7,49 | 13,26 |
| P6M1LQM | 7,7 | 5 | 1,56 | 980 | 7,59 | 16,36 |
| P1M1LQT | 7,06 | 3 | 1,98 | 892 | 7,56 | 16,55 |
| P2M1LQT | 7,35 | 10 | 2,52 | 894 | 6,84 | 16,49 |
| P3M1LQT | 7,76 | 4 | 1,49 | 880 | 7,89 | 16,04 |
| P4M1LQT | 7,94 | 21 | 2,15 | 962 | 7,21 | 14,22 |
| P5M1LQT | 7,94 | 17 | 1,56 | 910 | 8,65 | 14,32 |
| P6M1LQT | 7,7 | 18 | 1,65 | 880 | 7,98 | 16,21 |
| P1M2LQM | 6,75 | 6 | 1,78 | 850 | 8,16 | 16,36 |
| P2M2LQM | 7,31 | 10 | 1,89 | 910 | 7,58 | 16,03 |
| P3M2LQM | 7,84 | 10 | 1,54 | 918 | 7,58 | 16,07 |
| P4M2LQM | 7,81 | 6 | 1,57 | 948 | 7,56 | 15,99 |
| P5M2LQM | 7,94 | 9 | 1,95 | 942 | 7,59 | 16,44 |
| P6M2LQM | 7,01 | 12 | 1,62 | 918 | 7,46 | 15,78 |
| P1M2LQT | 7,39 | 3 | 1,98 | 910 | 7,75 | 16,57 |
| P2M2LQT | 7,21 | 9 | 1,59 | 850 | 7,45 | 16,24 |
| P3M2LQT | 7,80 | 13 | 1,65 | 932 | 7,25 | 16,81 |
| P4M2LQT | 7,85 | 3 | 2,10 | 962 | 7,61 | 16,22 |
| P5M2LQT | 7,81 | 20 | 1,65 | 930 | 7,64 | 16,88 |
| P6M2LQT | 7,21 | 1 | 1,85 | 932 | 7,57 | 16,77 |
| P1M3LQM | 7,04 | 19 | 1,76 | 850 | 8,16 | 16,21 |
| P2M3LQM | 7,37 | 10 | 1,54 | 956 | 6,98 | 16,73 |
| P3M3LQM | 7,72 | 1 | 1,54 | 928 | 8,26 | 16,39 |
| P4M3LQM | 7,83 | 10 | 1,85 | 916 | 6,18 | 16,29 |
| P5M3LQM | 7,64 | 15 | 1,87 | 914 | 8,61 | 16,28 |
| P6M3LQM | 7,87 | 9 | 1,82 | 936 | 7,56 | 16,57 |
| P1M3LQT | 7,04 | 4 | 1,54 | 930 | 8,96 | 16,29 |
| P2M3LQT | 7,37 | 10 | 1,98 | 972 | 8,01 | 16,82 |
| P3M3LQT | 7,72 | 15 | 1,87 | 932 | 7,22 | 16,91 |
| P4M3LQT | 7,83 | 4 | 1,98 | 972 | 7,36 | 16,3 |
| P5M3LQT | 7,64 | 9 | 1,65 | 952 | 7,56 | 16,29 |

| MUESTRA | pH | T° (°C) | Turbid (NTU) | Alcali (mg/L) | Amoniac (mg/L) | Conductibili (µS /m) |
|---------|------|---------|--------------|---------------|----------------|----------------------|
| P6M3LQT | 7,04 | 3 | 1,76 | 968 | 7,59 | 16,36 |
| P1M4LQM | 7,36 | 13 | 1,58 | 960 | 7,45 | 16,77 |
| P2M4LQM | 7,83 | 11 | 1,95 | 954 | 8,25 | 16,33 |
| P3M4LQM | 6,72 | 1 | 1,65 | 926 | 7,58 | 16,32 |
| P4M4LQM | 7,87 | 17 | 2,05 | 910 | 7,89 | 16,30 |
| P5M4LQM | 7,06 | 10 | 1,97 | 930 | 7,56 | 16,38 |
| P6M4LQM | 7,64 | 7 | 1,65 | 930 | 7,54 | 16,29 |
| P1M4LQT | 7,06 | 10 | 1,85 | 950 | 8,95 | 16,36 |
| P2M4LQT | 7,12 | 3 | 1,95 | 924 | 7,58 | 16,49 |
| P3M4LQT | 7,70 | 13 | 2,11 | 970 | 7,56 | 16,39 |
| P4M4LQT | 7,70 | 11 | 1,97 | 950 | 7,54 | 16,48 |
| P5M4LQT | 7,81 | 4 | 1,85 | 968 | 7,49 | 16,44 |
| P6M3LQT | 7,37 | 11 | 1,95 | 932 | 7,75 | 16,55 |

Elaborado por: Tannia Llagua

Tabla 17: Resultado de la caracterización fisicoquímica de las aguas de la Laguna del Quilotoa.

| MUESTRA | Sulfatos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Nitratos (mg/L) | Sol.Totales (mg/L) | Fosforo (mg/L) | Cloruros (mg/L) |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|
| P1M1LQM | 2613 | 0,009 | 0,4 | 8,16 | 0,19 | 40,61 |
| P2M1LQM | 2840 | 0,004 | 0,1 | 6,95 | 0,15 | 40,36 |
| P3M1LQM | 2345 | 0,013 | 1,1 | 6,65 | 0,18 | 40,38 |
| P4M1LQM | 2620 | 0,009 | 2,6 | 8,25 | 0,19 | 40,85 |
| P5M1LQM | 2611 | 0,006 | 0,8 | 7,29 | 0,15 | 40,65 |
| P6M1LQM | 2613 | 0,005 | 0,8 | 8,14 | 0,17 | 40,49 |
| P1M1LQT | 2506 | 0,008 | 0,5 | 8,26 | 0,15 | 40,59 |
| P2M1LQT | 2109 | 0,005 | 0,2 | 6,30 | 0,19 | 40,82 |
| P3M1LQT | 2028 | 0,001 | 1,2 | 8,06 | 0,15 | 40,39 |
| P4M1LQT | 2349 | 0,008 | 1,2 | 6,57 | 0,17 | 40,49 |
| P5M1LQT | 2585 | 0,007 | 0,6 | 8,16 | 0,16 | 40,59 |
| P6M1LQT | 2538 | 0,004 | 0,5 | 8,09 | 0,15 | 40,85 |
| P1M2LQM | 2585 | 0,008 | 0,5 | 6,87 | 0,17 | 40,61 |
| P2M2LQM | 2563 | 0,004 | 0,2 | 7,34 | 0,18 | 40,37 |
| P3M2LQM | 1998 | 0,010 | 1,1 | 7,41 | 0,17 | 40,39 |
| P4M2LQM | 2566 | 0,008 | 2,1 | 7,86 | 0,19 | 40,65 |
| P5M2LQM | 2654 | 0,008 | 0,8 | 7,89 | 0,16 | 40,66 |
| P6M2LQM | 2471 | 0,005 | 0,7 | 8,16 | 0,17 | 40,49 |
| P1M2LQT | 2471 | 0,010 | 0,4 | 7,81 | 0,17 | 40,69 |

| MUESTRA | Sulfatos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Nitratos (mg/L) | Sol. Totales (mg/L) | Fosforo (mg/L) | Cloruros (mg/L) |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|
| P2M2LQT | 2656 | 0,005 | 0,1 | 7,94 | 0,16 | 40,39 |
| P3M2LQT | 2295 | 0,011 | 0,1 | 7,81 | 0,17 | 40,40 |
| P4M2LQT | 2385 | 0,009 | 1,5 | 7,85 | 0,18 | 40,64 |
| P5M2LQT | 2685 | 0,006 | 0,7 | 7,56 | 0,17 | 40,56 |
| P6M2LQT | 2584 | 0,005 | 0,8 | 7,56 | 0,18 | 40,26 |
| P1M3LQM | 2566 | 0,009 | 0,6 | 7,91 | 0,16 | 40,59 |
| P2M3LQM | 2556 | 0,005 | 0,1 | 7,94 | 0,15 | 40,40 |
| P3M3LQM | 2613 | 0,010 | 1,0 | 8,17 | 0,16 | 40,41 |
| P4M3LQM | 2649 | 0,009 | 1,6 | 8,11 | 0,19 | 40,49 |
| P5M3LQM | 2613 | 0,007 | 0,8 | 7,95 | 0,16 | 40,59 |
| P6M3LQM | 2584 | 0,004 | 0,6 | 7,77 | 0,18 | 40,29 |
| P1M3LQT | 2597 | 0,008 | 0,6 | 8,16 | 0,18 | 40,40 |
| P2M3LQT | 2568 | 0,005 | 0,1 | 8,09 | 0,17 | 40,26 |
| P3M3LQT | 2158 | 0,009 | 1,2 | 8,60 | 0,18 | 40,26 |
| P4M3LQT | 2658 | 0,008 | 1,5 | 8,11 | 0,17 | 40,56 |
| P5M3LQT | 2698 | 0,007 | 0,9 | 8,05 | 0,16 | 40,59 |
| P6M3LQT | 2654 | 0,005 | 0,6 | 8,07 | 0,19 | 40,59 |
| P1M4LQM | 2585 | 0,006 | 0,7 | 8,06 | 0,19 | 40,48 |
| P2M4LQM | 2556 | 0,005 | 0,1 | 8,08 | 0,16 | 40,45 |
| P3M4LQM | 2294 | 0,011 | 1,1 | 8,10 | 0,15 | 40,59 |
| P4M4LQM | 2566 | 0,008 | 2,1 | 8,09 | 0,18 | 40,52 |
| P5M4LQM | 2585 | 0,008 | 0,7 | 8,11 | 0,17 | 40,40 |
| P6M4LQM | 2569 | 0,005 | 0,5 | 8,09 | 0,17 | 40,61 |
| P1M4LQT | 2594 | 0,008 | 0,7 | 8,11 | 0,16 | 40,56 |
| P2M4LQT | 2756 | 0,004 | 0,1 | 8,17 | 0,19 | 40,40 |
| P3M4LQT | 2613 | 0,010 | 1,2 | 8,17 | 0,18 | 40,56 |
| P4M4LQT | 2613 | 0,009 | 1,7 | 8,14 | 0,17 | 40,41 |
| P5M4LQT | 2598 | 0,008 | 0,8 | 8,16 | 0,15 | 40,46 |
| P6M3LQT | 2613 | 0,005 | 0,7 | 8,14 | 0,19 | 40,49 |

Elaborado por: Tannia Llagua

Basándose en el objetivo planteado al momento de la realización del proyecto se determinó los siguientes parámetros para la caracterización fisicoquímica del agua de la Laguna del Quilotoa. En donde los resultados de la alcalinidad con un promedio de 929 mg/L, con un máximo de 980 mg/L, una media de 930 mg/L, la mínima de 850 mg/L.

La conductibilidad con un promedio de 16.10 mg/L un máximo de 16.91 mg/L, una media de 16.35mg/L y un mínimo de 12.74 mg/L, el pH promedio es de 7.41 en donde el máximo es de 7.94, una media de 7.53 y un mínimo de 4.62.El promedio de sólidos totales es de 7.86 mg/L, con un valor máximo de 8.6 mg/L, una media de 8.08 mg/L y un mínimo de 6.3 mg/L.

Para la turbidez resulto con un total de 1.80 NTU (Unidades Nefelométricas de turbidez), con un máximo de 2.52 NTU, y con mínimo de 1.45 NTU, los sulfatos tuvieron un promedio de 2532 NTU con un máximo de 2840 NTU una media de 2585 NTU y una mínima de 1998 NTU.

Obteniendo un resultado promedio de los nitritos de 0.007 mg/L con un máximo de 0.013 mg/l una media de 0.007 mg/L y un mínimo de 0.004 mg/L, siguiendo con los parámetros establecidos, en nitratos un valor promedial de 0.802 mg/L un máximo de 2.1 mg/L y un mínimo de 0.1 mg/L.

El fósforo tiene 0.17 mg/L, con un máximo de 0.19 mg/L, una media aritmética de 0.17 mg/L y una mínima de 0.15 mg/L, los cloruros tienen 40.51 mg/L, un máximo de 40.9 mg/L una media de 40.5 mg/L y un mínimo de 40.3 mg/L.

Tabla 18: Descripción estadística de los parámetros físico-químicos

| PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------|
| | | T° | pH | Turbidez | Alcalinidad | Amoniaco | Conductiv | Sulfatos | Nitritos | Nitratos | Sol.Totales | Fosforo | Cloruro |
| N° | Validos | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 8 | 7,5 | 1,8 | 929 | 7,7 | 16,1 | 2531 | 0,001 | 0,81 | 7,9 | 0,02 | 40,5 |
| Mediana | | 6 | | 1,83 | 930 | 7,6 | 16,3 | 2585 | 0,008 | 0,72 | 8,08 | 0,17 | 40,5 |
| Desviación Típica | | 4.5 | | 0,21 | 32,3 | 0,5 | 0,93 | 1750 | 0,002 | 0,48 | 0,48 | 0,01 | 0,14 |
| Rango | | 4.10 | | 1,07 | 130 | 2,7 | 4,17 | 8420 | 0,001 | 2,00 | 2,30 | 0,04 | 0,59 |
| Minino | | 1 | | 1,45 | 850 | 6,2 | 12,74 | 1998 | 0,004 | 0,10 | 6,30 | 0,15 | 40,3 |
| Máximo | | 21 | | 2,52 | 980 | 9,0 | 16,91 | 2840 | 0,001 | 2,10 | 8,61 | 0,19 | 40,9 |
| Moda | | 10 | | 1,65 | 932 | 7,6 | 16,36 | 2585 | 0,005 | 0,81 | 8,16 | 0,19 | 40,5 |

Elaborado por: Tannia Llagua

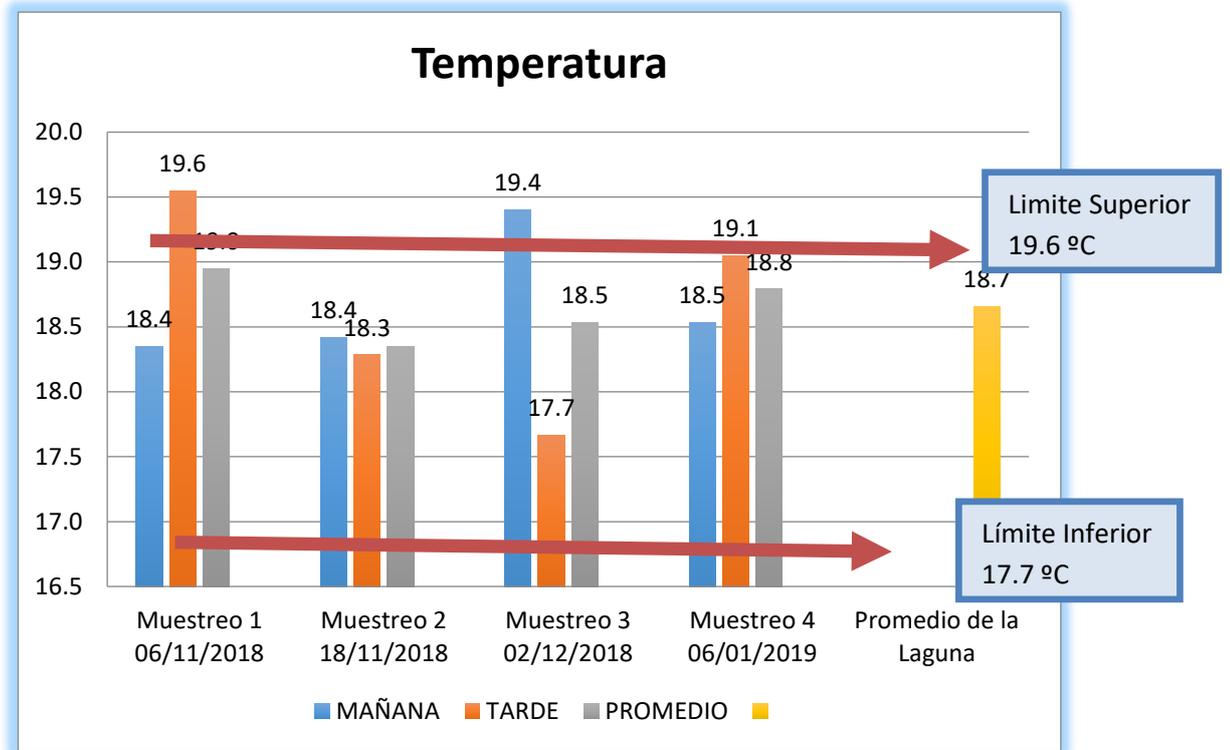
3.2.1 TEMPERATURA

Tabla 19: Temperaturas del Agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo Diciembre 2018-Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | Temperatura | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------------------|---|
| Puntos | Punto 1 °C | Punto 2 °C | Punto 3 °C | Punto 4 °C | Punto °C | Punto 6 °C | Promedio. por Muestreo | Condición Natural +/- 3 (Valor Promedio de la laguna 9) Lím.Sup. 21 °C Lím.Inf 1 °C |
| Muestra 1 Mañana | 1 | 3 | 6 | 3 | 1 | 4 | 3 | |
| Muestra1 Tarde | 9 | 21 | 10 | 9 | 12 | 10 | 10 | |
| Muestra2 mañana | 7 | 4 | 6 | 3 | 1 | 4 | 4 | |
| Muestra2 Tarde | 7 | 20 | 6 | 3 | 1 | 4 | 4 | |
| Muestra3 Mañana | 10 | 12 | 9 | 12 | 10 | 9 | 10 | |
| Muestra3 Tarde | 10 | 13 | 10 | 12 | 10 | 10 | 11 | |
| Muestra4 Mañana | 5 | 3 | 6 | 2 | 1 | 6 | 4 | |
| Muestra4 Tarde | 10 | 13 | 10 | 12 | 10 | 10 | 11 | |
| Promedio por Punto | 7 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 6: Temperaturas de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna de Quilotoa Diciembre 2018 - Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.1.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Frente a los resultados que se obtuvieron en el análisis de la temperatura en las agua de la Laguna Quilotoa y los que da la normativa, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. Los valores de referencia son de 22 °C a 25 °C y en los registros de temperatura de la laguna de Quilotoa se encuentran por los 12°C a 20 °C de acuerdo a sus condiciones climáticos. (WEATHER, 006 - 2019). Los valores de la investigación estuvieron en un rango de 18.7 °C, siendo el límite superior de 19.6°C y el límite inferior de 17.7 °C, el resultado de temperatura se encuentra dentro de los normales para fines con criterios de calidad para aguas con fines recreativos y consumo humano que es el caso de la Laguna de Quilotoa. (Norma de Calidad Ambiental)

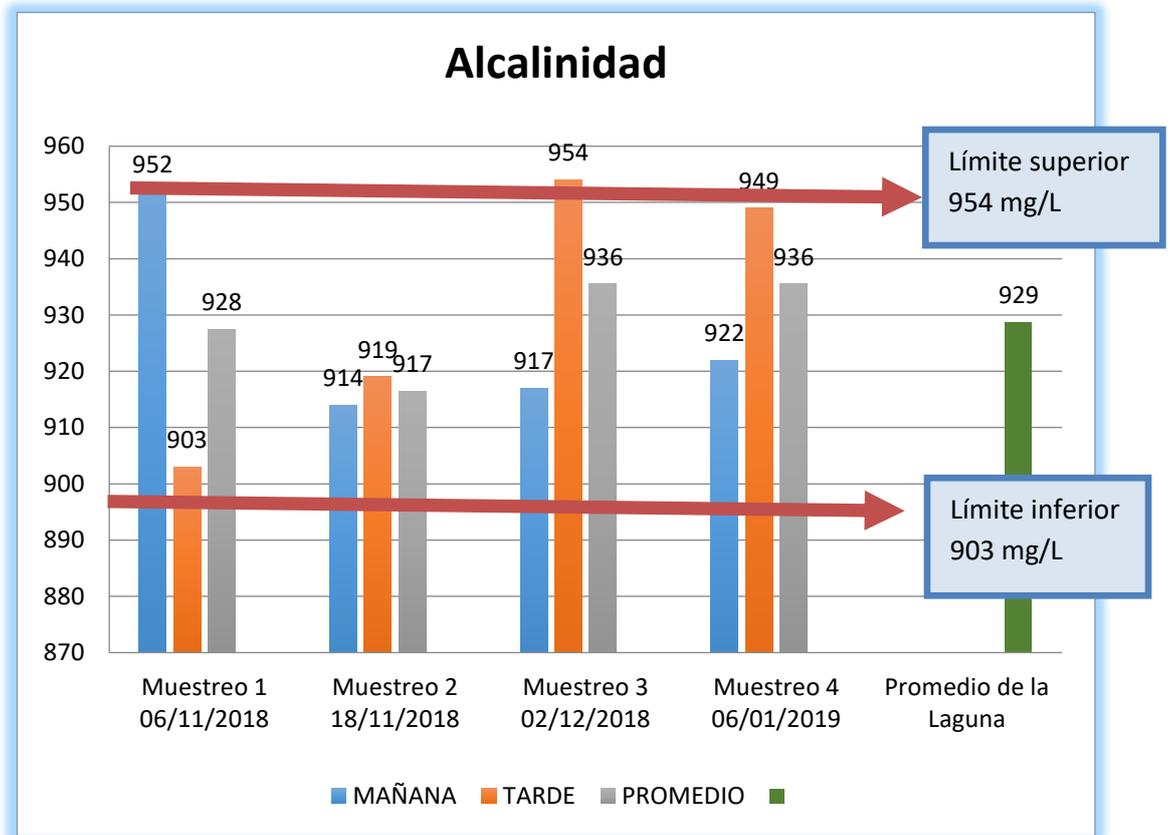
3.2.2 ALCALINIDAD

Tabla 20: Alcalinidad del agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | ALCALINIDAD | | | | | | | Promedio por Muestreo | Valor Promedio de la laguna 929 mg/L Lim.Sup. 954 mg/L Lím.Inf. 903 mg/L |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|--|
| | Puntos | Punto1 mg/L | Punto2 mg/L | Punto3 mg/L | Punto4 mg/L | Punto5 mg/L | Punto6 mg/L | | |
| Muestra1 Mañana | 910 | 924 | 910 | 962 | 967 | 980 | 942 | | |
| Muestra 1 Tarde | 892 | 894 | 880 | 962 | 910 | 880 | 903 | | |
| Muestra 2 mañana | 850 | 910 | 918 | 948 | 942 | 918 | 914 | | |
| Muestra2 Tarde | 910 | 850 | 932 | 962 | 930 | 932 | 919 | | |
| Muestra 3 Mañana | 850 | 956 | 928 | 916 | 914 | 936 | 917 | | |
| Muestra3 Tarde | 930 | 972 | 932 | 972 | 952 | 968 | 954 | | |
| Muestra 4 Mañana | 960 | 924 | 926 | 910 | 930 | 880 | 922 | | |
| Muestra4 Tarde | 950 | 924 | 970 | 950 | 968 | 932 | 949 | | |
| Promedio por Punto | 907 | 919 | 925 | 948 | 939 | 928 | | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 9: Alcalinidad de 48 muestras, de 6 puntos situados geográficamente de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019, 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.3.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Según los resultados obtenidos en el estudio de aguas de la Laguna de Quilotoa la alcalinidad tiene un promedio de 929 mg/L con un límite superior de 952 mg/L, y un límite inferior de 903 mg/L, a esto comparado al porcentaje de límite mínimo permitido es de 20 mg/L mg/l ,en estudio de agua es un valor alto para el consumo humano, la alcalinidad alta del agua se ha relacionado con la alta concentración de minerales existentes alrededor de la laguna y la vegetación acuática.

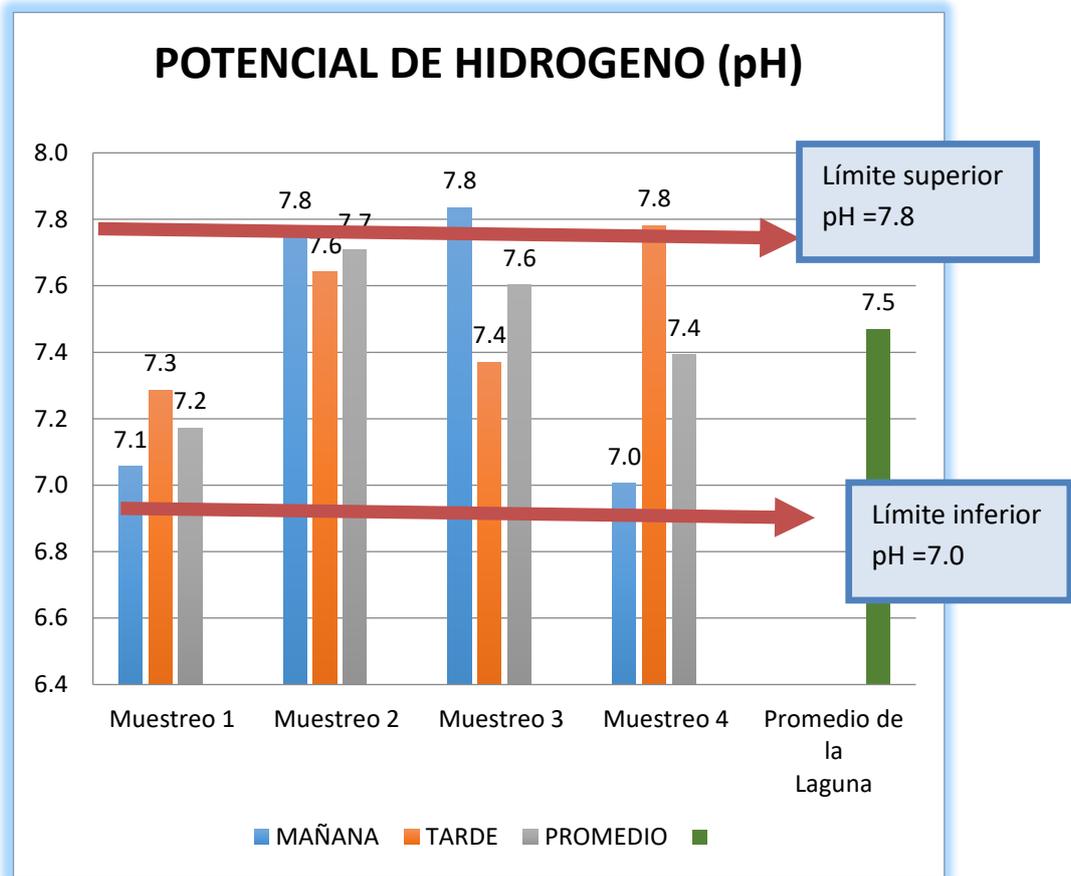
3.2.4 POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

Tabla 21: Potencial de hidrogena pH del agua fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | | | | | | | | pH |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|-----------------------------|
| Puntos | Punto1 | Punto2 | Punto3 | Punto4 | Punto5 | Punto6 | Promedio por Muestreo | Valor Promedio de la laguna |
| Muestra 1 Mañana | 7,04 | 7,06 | 6,75 | 7,39 | 7,04 | 7,06 | 7,1 | 7.5 pH |
| Muestra 1 Tarde | 7,36 | 7,35 | 7,31 | 7,21 | 7,37 | 7,12 | 7,3 | Lim.Sup. 7.8 pH |
| Muestra 2 mañana | 7,83 | 7,76 | 7,84 | 7,80 | 7,72 | 7,70 | 7,8 | |
| Muestra 2 Tarde | 6,72 | 7,94 | 7,81 | 7,85 | 7,83 | 7,70 | 7,6 | Lím.Inf 7.0 pH |
| Muestra 3 Mañana | 7,87 | 7,94 | 7,94 | 7,81 | 7,64 | 7,81 | 7,8 | |
| Muestra 3 Tarde | 7,06 | 7,7 | 7,01 | 7,21 | 7,87 | 7,37 | 7,4 | |
| Muestra 4 Mañana | 7,64 | 4,62 | 7,54 | 7,67 | 7,06 | 7,5 | 7,0 | |
| Muestra 4 Tarde | 7,85 | 7,95 | 7,11 | 7,97 | 7,85 | 7,95 | 7,8 | |
| Promedio por Punto | 7,4 | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 7,5 | 7,5 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 10: Resultados pH de 48 muestras de 6 puntos de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Se obtuvo un promedio de pH promedio de 7.5 que se encuentra en las condiciones referenciales que se encuentran dentro del valor básico considerado normal según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, es se considera que, este pH neutro que se obtuvo en las muestras se debe a la gran cantidad de algas existentes que se encuentran dentro de la laguna, el OMS contempla que el pH directamente no afecta para considerar en la calidad de agua para consumirlo (OMS, 2006).

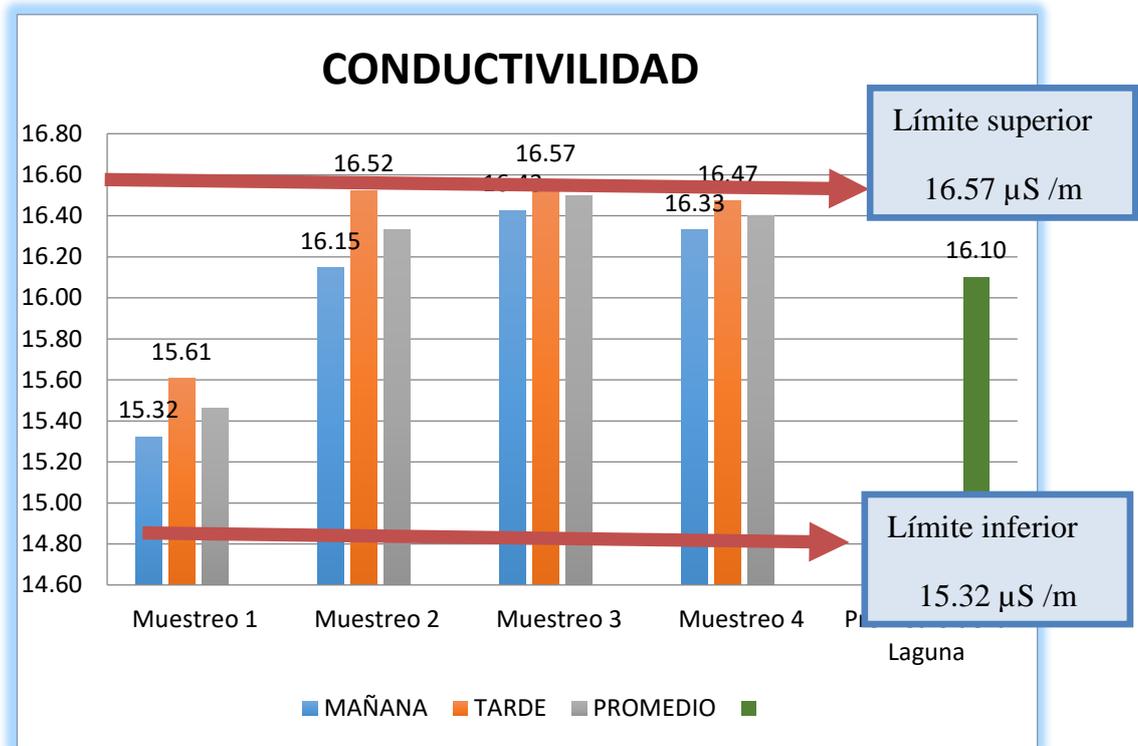
3.2.5 CONDUCTIVIDAD

Tabla 22: Conductividad del agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a los valores de referencia frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | CONDUCTIVIDAD | | | | | | | Valor Promedio de la Laguna |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| | Pun1 μS /m | Pun2 μS /m | Pun3 μS /m | Pun4 μS /m | Pun5 μS /m | Pun6 μS /m | Prom. Muestra | |
| Muestra 1 Mañana | 16,78 | 12,74 | 16,24 | 13,26 | 16,36 | 16,55 | 15,32 | 16.10 μS /m |
| Muestra 1 Tarde | 16,49 | 16,04 | 14,22 | 14,32 | 16,21 | 16,36 | 15,61 | |
| Muestra 2 mañana | 16,03 | 16,07 | 15,99 | 16,44 | 15,78 | 16,57 | 16,15 | Lim.Sup 16.57 μS /m |
| Muestra 2 Tarde | 16,24 | 16,81 | 16,22 | 16,88 | 16,77 | 16,21 | 16,52 | |
| Muestra 3 Mañana | 16,73 | 16,39 | 16,29 | 16,28 | 16,57 | 16,29 | 16,43 | Lim.Inf 15.32 μS /m |
| Muestra 3 Tarde | 16,82 | 16,9 | 16,3 | 16,29 | 16,36 | 16,77 | 16,57 | |
| Muestra 4 Mañana | 16,33 | 16,32 | 16,30 | 16,38 | 16,29 | 16,36 | 16,33 | |
| Muestra 4 Tarde | 16,49 | 16,39 | 16,48 | 16,44 | 16,48 | 16,55 | 16,47 | |
| Promedio por Punto | 15,96 | 16,01 | 16,01 | 15,79 | 16,35 | 16,46 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 11: Resultados de la conductividad de las muestras de agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos: agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.5.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Los resultados de la investigación de la Laguna del Quilotoa se obtuvo en los análisis de la conductividad valores promedio de 16.10 µS /m, con un límite superior de 16.57 µS /m, y un límite inferior de 15.32 µS /m la cual señala como un valor normal 5-50 mS/m estipulado como referentes en las normas frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. A este valor se le confirma su normalidad por el contenido de partículas en suspensión y disueltas en el agua.

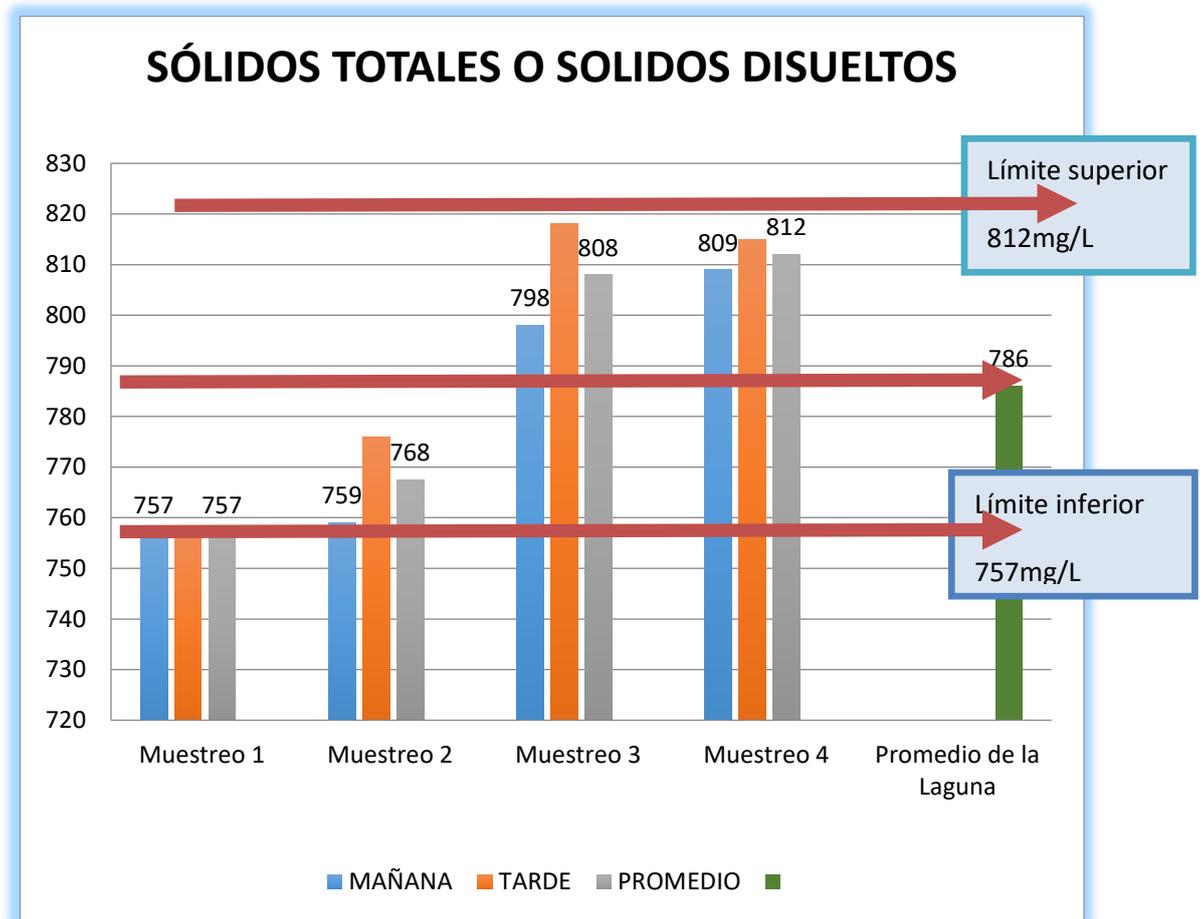
3.2.6 SÓLIDOS TOTALES O SÓLIDOS DISUELTOS

Tabla 23: Sólidos Totales o Sólidos Disueltos del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | SOLIDOS TOTALES O DISUELTOS | | | | | | | Valor Promedio de la laguna |
|-----------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|--|
| | Punto1 mg/L | Punto2 mg/L | Punto3 mg/L | Punto4 mg/L | Punto5 mg/L | Punto6 mg/L | Promedio por Muestreo | |
| Muestra1 Mañana | 816 | 695 | 665 | 825 | 729 | 814 | 757 | 786 mg/L Lim.Sup 818 mg/L Lim.Inf. 757 mg/L |
| Muestra 1Tarde | 826 | 630 | 806 | 657 | 816 | 809 | 757 | |
| Muestra 2 mañana | 687 | 734 | 741 | 786 | 789 | 816 | 759 | |
| Muestra 2 Tarde | 781 | 794 | 781 | 785 | 756 | 756 | 776 | |
| Muestra 3 Mañana | 791 | 794 | 817 | 811 | 795 | 777 | 798 | |
| Muestra 3Tarde | 816 | 809 | 860 | 811 | 805 | 807 | 818 | |
| Muestra 4 Mañana | 806 | 808 | 810 | 809 | 811 | 809 | 809 | |
| Muestra 4Tarde | 811 | 817 | 817 | 814 | 816 | 814 | 815 | |
| Promedio por Punto | 792 | 760 | 787 | 787 | 790 | 800 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 12: Resultados del parámetro: Sólidos Totales o Sólidos Disueltos de 6 puntos situados geográficamente en la Laguna del Quilotoa Noviembre 2018 - Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.6.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN:

Los Sólidos Totales o Sólidos Disueltos en las muestras tomadas en la laguna de Quilotoa muestran un límite superior de 818 mg/L y un límite inferior de límite inferior 757 mg/l, y su promedio es de 786 mg/L estos valores sobrepasan los valores normales considerados a los valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua., este da a indicar que existe cantidades altos de hierro, sulfato, cloruros o sulfatos.

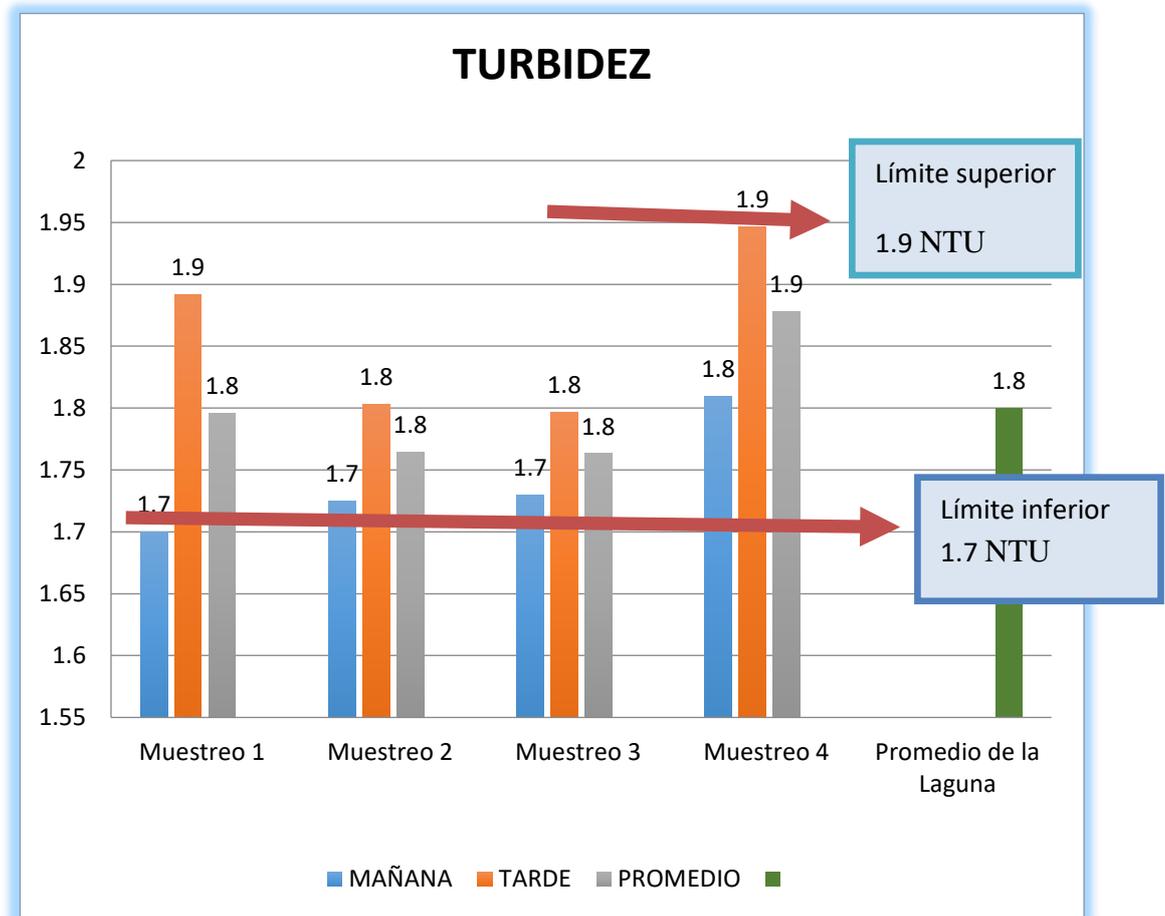
3.2.7 TURBIDEZ

Tabla 24: Turbidez del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | TURBIDEZ | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| Puntos | Punto1 NTU | Punto2 NTU | Punto3 NTU | Punto 4 NTU | Punto 5 NTU | Punto 6 NTU | Promedio por Muestreo | Valor Promedio. de la Laguna 7.8 NTU Lim.Sup. 1.9 NTU Lim.Inf. 1.7 NTU |
| Muestra 1 Mañana | 1,89 | 1,56 | 1,45 | 1,85 | 1,89 | 1,56 | 1,7 | |
| M1Tarde | 1,98 | 2,52 | 1,49 | 2,15 | 1,56 | 1,65 | 1,9 | |
| Muestra 2 mañana | 1,78 | 1,89 | 1,54 | 1,57 | 1,95 | 1,62 | 1,7 | |
| Muestra 2 Tarde | 1,98 | 1,59 | 1,65 | 2,1 | 1,65 | 1,85 | 1,8 | |
| Muestra 3 Mañana | 1,76 | 1,54 | 1,54 | 1,85 | 1,87 | 1,82 | 1,7 | |
| Muestra 3Tarde | 1,54 | 1,98 | 1,87 | 1,98 | 1,65 | 1,76 | 1,8 | |
| Muestra 4 Mañana | 1,58 | 1,95 | 1,65 | 2,06 | 1,97 | 1,65 | 1,8 | |
| Muestra 4Tarde | 1,85 | 1,95 | 2,11 | 1,97 | 1,85 | 1,95 | 1,9 | |
| Promedio por Punto | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 13: Resultados de la Turbidez de 6 puntos situados geográficamente en la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.7.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

La turbidez según la OMS, la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU, en los análisis al agua de la Laguna de Quilotoa el límite superior está en 1.9 NTU frente un límite inferior de 1.7 NTU y un promedio de la laguna de 1.8 NTU este valor es considerado como normal frente a la tabla tanto de la Organización Mundial para la Salud Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.(OMS, 2006).

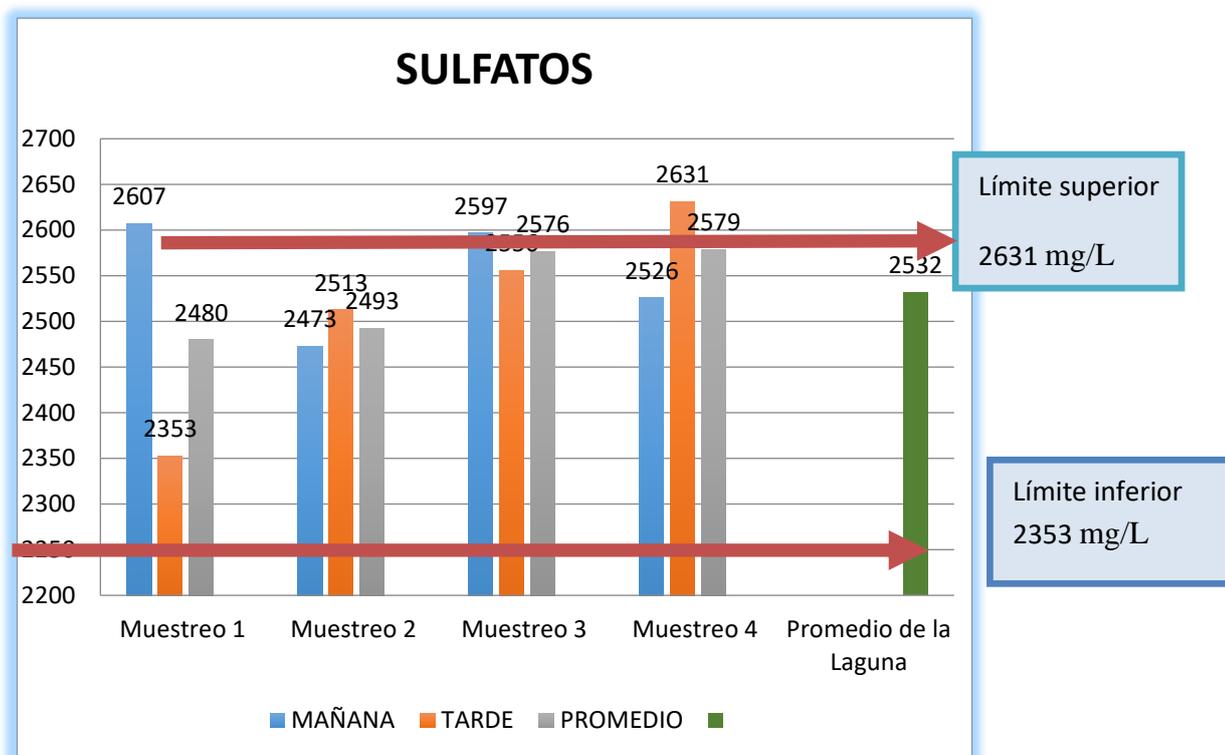
3.2.8 SULFATOS

Tabla 25: Sulfatos del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | SULFATOS | | | | | | | Valor Promedio de la laguna |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------------------|
| | Punto 1 mg/L | Punto 2 mg/L | Punto 3 mg/L | Punto 4 mg/L | Punto 5 mg/L | Punto 6 mg/L | Prom. por Muestra | |
| Muestra 1 Mañana | 2613 | 2840 | 2345 | 2620 | 2611 | 2613 | 2607 | 2532 mg/L |
| Muestra1 Tarde | 2506 | 2109 | 2028 | 2349 | 2585 | 2538 | 2353 | |
| Muestra2 mañana | 2585 | 2563 | 1998 | 2566 | 2654 | 2471 | 2473 | Lím.Sup. 2631 mg/L |
| Muestra2 Tarde | 2471 | 2656 | 2295 | 2385 | 2685 | 2584 | 2513 | |
| Muestra3 Mañana | 2566 | 2556 | 2613 | 2649 | 2613 | 2584 | 2597 | Lím.Inf. 2353 mg/L |
| Muestra3 Tarde | 2597 | 2568 | 2158 | 2658 | 2698 | 2654 | 2556 | |
| Muestra4 Mañana | 2585 | 2556 | 2294 | 2566 | 2585 | 2569 | 2526 | |
| Muestra4 Tarde | 2594 | 2756 | 2613 | 2613 | 2598 | 2613 | 2631 | |
| Promedio por Punto | 2576 | 2293 | 2293 | 2551 | 2629 | 2578 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 14: Resultados de Sulfatos de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019, frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.8.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud la cantidad de Sulfato en el agua puede llegar hasta 500 mg/L , pero el manual de calidad de agua para consumo humano en Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, este valor no debe pasar de los 200 mg/L , en el análisis realizado en la agua de la laguna de Quilotoa el límite superior 2631 mg/L y el límite inferior es de 2353mg/L y un promedio total de la laguna de 2532 mg/L ,sobrepasando los niveles normales que permite la normativa considerando que esta agua es de origen volcánico y a su vez profunda , al movimiento continuo de sus agua golpeando con las rocas a su alrededor acciona la disolución de minerales como sulfatos de magnesio, calcio ,sodio, cabe recalcar para poder ser analizado estas muestras fueron diluidas con agua destilada por el alto contenido de sulfato en las muestras recolectadas.

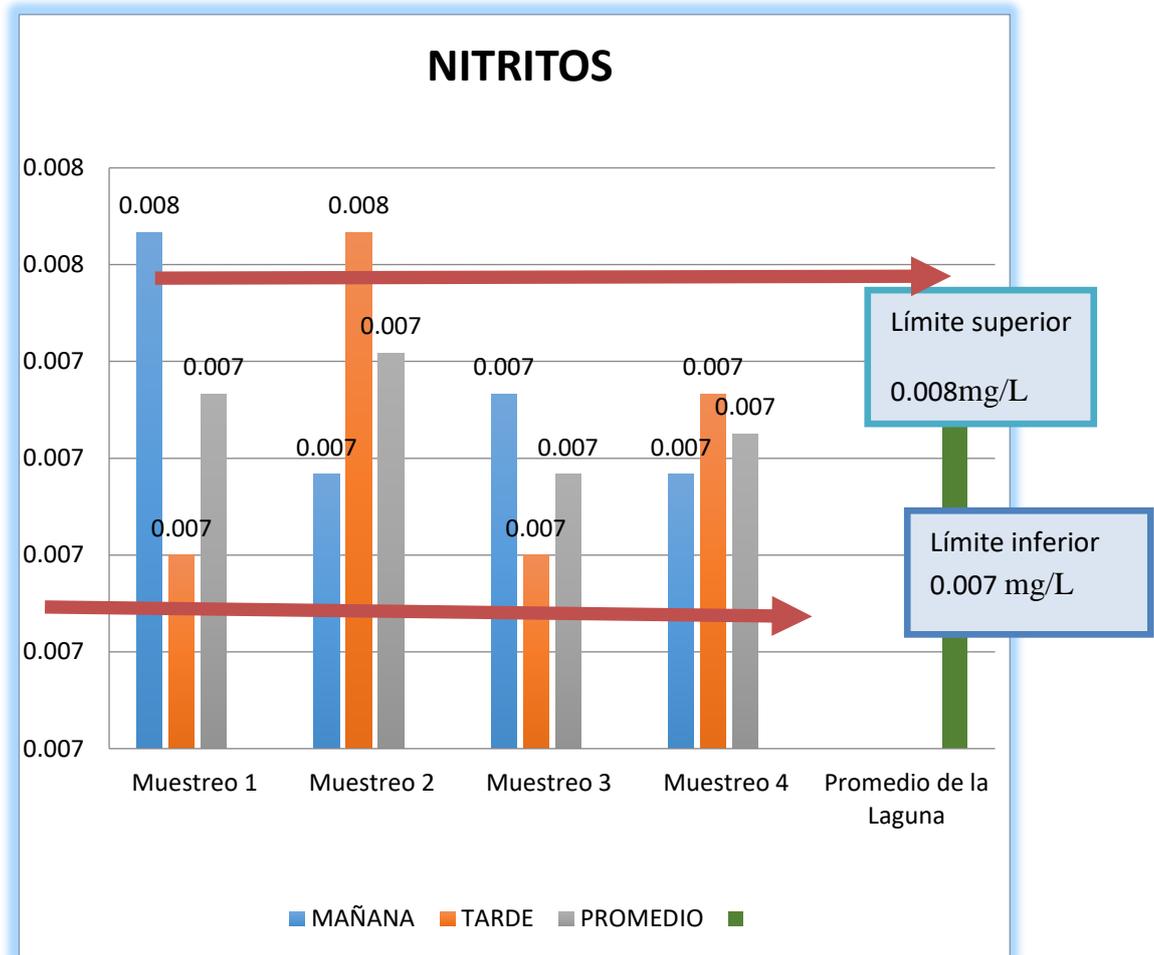
3.2.3 NITRITOS

Tabla 26: Concentración de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | NITRITOS | | | | | | | Valor Promedio de la laguna |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Punto1 mg/L | Punto2 mg/L | Punto3 mg/L | Punto4 mg/L | Punto5 mg/L | Punto6 mg/L | Promedio por Muestreo | |
| Muestra 1 Mañana | 0,009 | 0,004 | 0,013 | 0,009 | 0,006 | 0,005 | 0,008 | 0.008 mg/L |
| Muestra1 Tarde | 0,008 | 0,005 | 0,010 | 0,008 | 0,007 | 0,004 | 0,007 | |
| Muestra2 mañana | 0,008 | 0,004 | 0,010 | 0,008 | 0,008 | 0,005 | 0,007 | Lím. Sup. 0.008mg/L |
| Muestra2 Tarde | 0,010 | 0,005 | 0,011 | 0,009 | 0,006 | 0,005 | 0,008 | Lím.Inf 0.007 mg/L |
| Muestra3 Mañana | 0,009 | 0,005 | 0,010 | 0,009 | 0,007 | 0,004 | 0,007 | |
| Muestra3 Tarde | 0,008 | 0,005 | 0,009 | 0,008 | 0,007 | 0,005 | 0,007 | |
| Muestra4 Mañana | 0,006 | 0,005 | 0,011 | 0,008 | 0,008 | 0,005 | 0,007 | |
| Muestra4 Tarde | 0,008 | 0,004 | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,005 | 0,007 | |
| Promedio por Punto | 0,005 | 0,011 | 0,011 | 0,009 | 0,007 | 0,005 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico15: Resultados del análisis de Nitritos de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna de Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



3.2.9.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De acuerdo a los valores normales permitidos la por Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, los valores van hasta los 10 mg/l, en comparación a las muestras recolectadas tanta en la tarde como en la mañana de las agua de la Laguna del Quilotoa el valor promedio es de 0.007 mg/l para lo cual se considera que esta dentro del rango permitido, los nitritos son compuestos que se presentan en la composición del agua de manera natural debido a que forma parte del ciclo del nitrógeno (OMS, 2006).

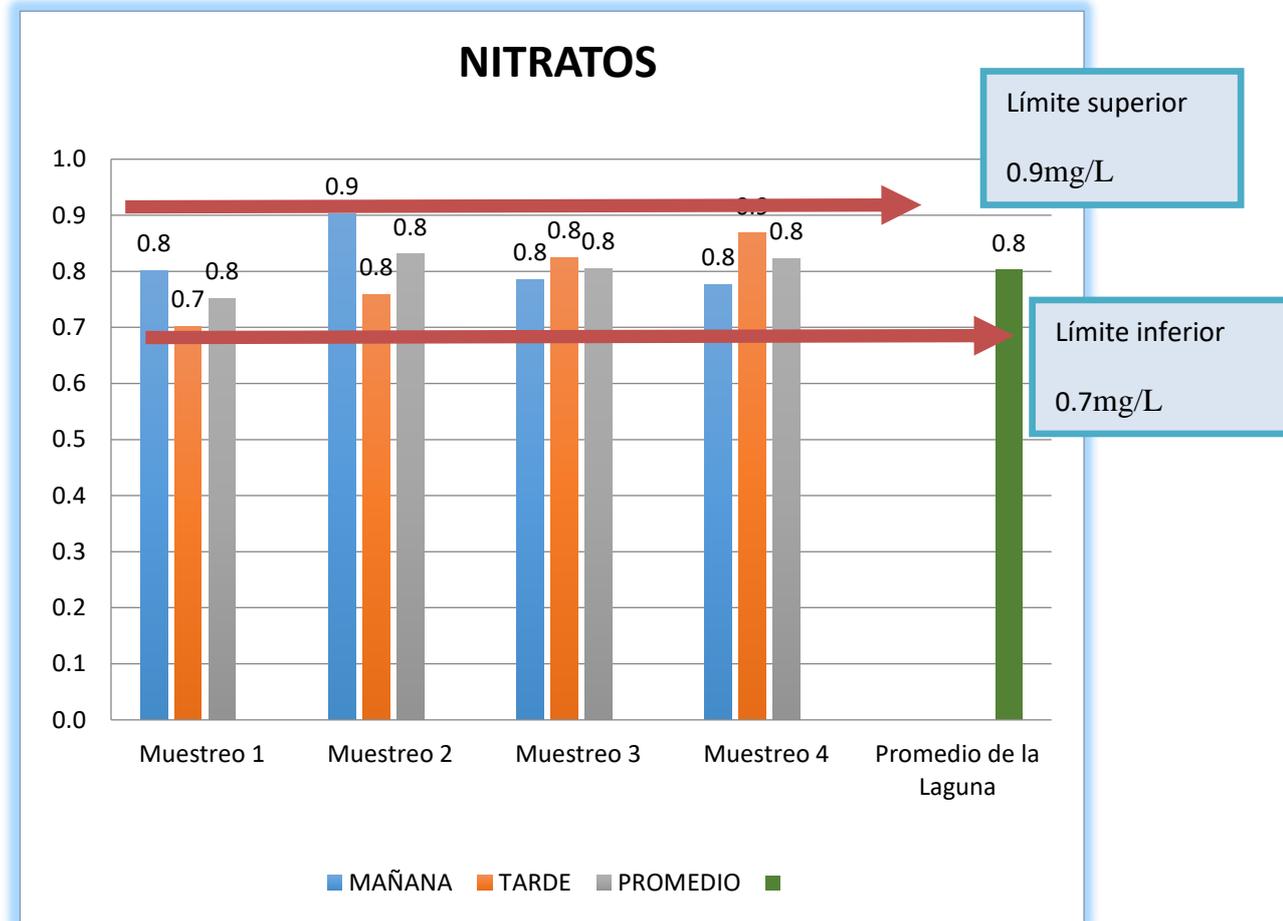
3.2.10 NITRATOS

Tabla 27: Concentración de Nitratos del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Noviembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Paráme. | NITRATOS | | | | | | | Promedio por Muestreo | Valor Promedio de la laguna 0.8 mg/L Lím.Sup. 0.9 mg/L Lím.Inf. 0.7 mg/L |
|--------------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|---|
| | Puntos | Punto 1 mg/L | Punto 2 mg/L | Punto 3 mg/L | Punto 4 mg/L | Punto 5 mg/L | Punto 6 mg/L | | |
| Muestra 1 Mañana | 0,4 | 0,1 | 1,1 | 1,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | | |
| Muestra1 Tarde | 0,5 | 0,2 | 1,2 | 1,2 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | | |
| Muestra2 mañana | 0,5 | 0,2 | 1,1 | 2,1 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | | |
| Muestra2 Tarde | 0,4 | 0,1 | 1,1 | 1,5 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | | |
| Muestra3 Mañana | 0,6 | 0,1 | 1,0 | 1,6 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | | |
| Muestra3 Tarde | 0,6 | 0,1 | 1,3 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | | |
| Muestra4 Mañana | 0,7 | 0,1 | 1,1 | 1,6 | 0,7 | 0,5 | 0,8 | | |
| Muestra4 Tarde | 0,7 | 0,1 | 1,21 | 1,7 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | | |
| Promedio por Punto | 0,1 | 1,1 | 1,1 | 1,6 | 0,8 | 0,7 | | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 16 : Resultados de los análisis de Nitratos de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa, Noviembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.10.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El promedio total de los nitratos del agua tomada del agua de la laguna de Quilotoa es de 0.8 mg/l, siendo el límite superior de 0.9 mg/L y el límite inferior de 0.7 mg/l se concluye que está en los niveles normativos según la tabla de valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, puede llegar hasta 10 mg/l ,al igual que la OMS el nitrato es un compuesto inorgánico, la cantidad de nitrato no es tan peligroso en la salud de las personas a menos que este sea reducido a nitrito.

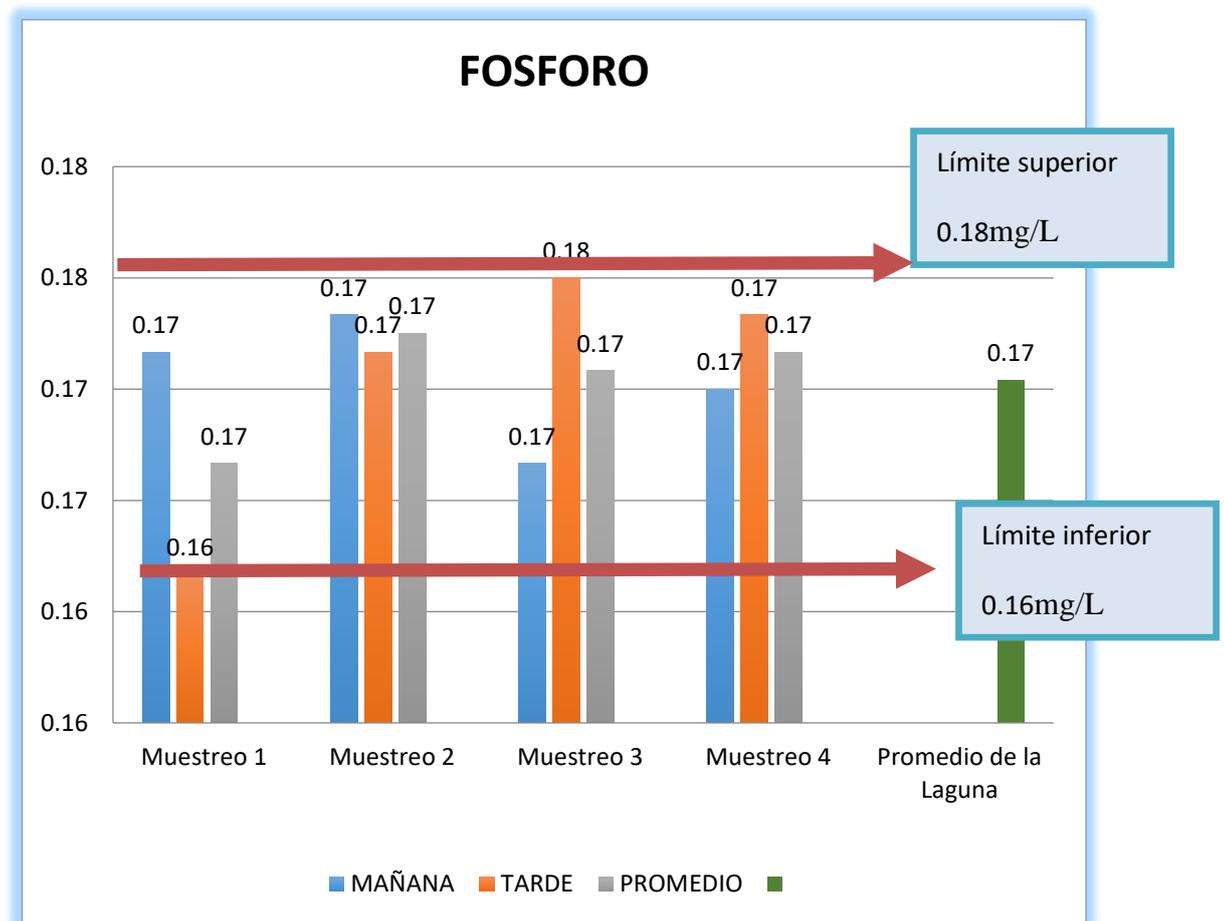
3.2.11 FÓSFORO

Tabla 28: Concentración de Fósforo del agua de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Noviembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | FÓSFORO | | | | | | | Valor Promedio de la laguna |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Punto1 mg/L | Punto2 mg/L | Punto3 mg/L | Punto4 mg/L | Punto5 mg/L | Punto6 mg/L | Promedio por Muestreo | |
| Muestra 1 Mañana | 0,19 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0.17 mg/L |
| Muestra1 Tarde | 0,15 | 0,19 | 0,15 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | |
| Muestra2 mañana | 0,17 | 0,18 | 0,17 | 0,19 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | Lím.Sup 0.18mg/L |
| Muestra2 Tarde | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | |
| Muestra3 Mañana | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,19 | 0,16 | 0,18 | 0,17 | Lím.Inf 0.16mg/L |
| Muestra3 Tarde | 0,18 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,19 | 0,18 | |
| Muestra4 Mañana | 0,19 | 0,16 | 0,15 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | |
| Muestra4 Tarde | 0,16 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,15 | 0,19 | 0,17 | |
| Promedio por Punto | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 0,18 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Grafico 17: Análisis de Fosforo de las Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.11.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Los valores referenciales de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, señalan que los niveles normales de fósforo en el agua son de 10 mg/l, frente al valor promedio resultante de los análisis realizados de las agua de la Laguna de Quilotoa es de 0.17 mg/l y sus límites superior es de 0.18 mg/L y el límite inferior de 0.16 mg/L, siendo este un valor menor del valor referencial considerado como normal.

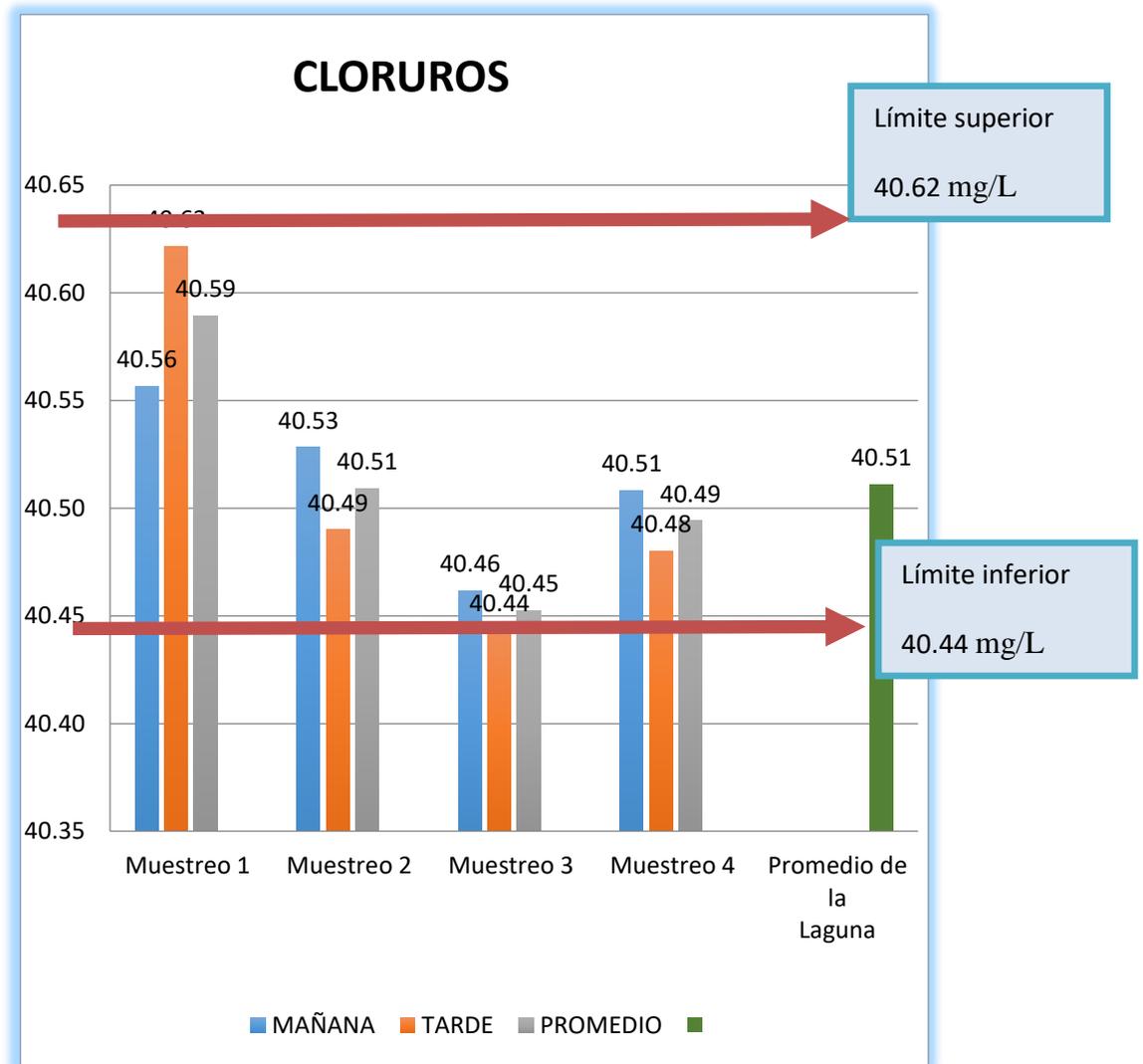
3.2.12 CLORUROS

Tabla 29: Concentración de Cloruros del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | CLORUROS | | | | | | | Promedio por Muestreo |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Punto1 mg/L | Punto2 mg/L | Punto3 mg/L | Punto4 mg/L | Punto5 mg/L | Punto6 mg/L | Promedio por Muestreo | |
| Muestra 1 Mañana | 40,61 | 40,36 | 40,38 | 40,85 | 40,65 | 40,49 | 40,56 | Valor Promedio de la laguna |
| Muestra1 Tarde | 40,59 | 40,82 | 40,39 | 40,49 | 40,59 | 40,85 | 40,62 | |
| Muestra2 mañana | 40,61 | 40,37 | 40,39 | 40,65 | 40,66 | 40,49 | 40,53 | 40,51 mg/L |
| Muestra2 Tarde | 40,69 | 40,39 | 40,40 | 40,64 | 40,56 | 40,26 | 40,49 | Lím.Sup. |
| Muestra3 Mañana | 40,59 | 40,40 | 40,41 | 40,49 | 40,59 | 40,29 | 40,46 | 40,62 mg/L |
| Muestra3 Tarde | 40,40 | 40,26 | 40,26 | 40,56 | 40,59 | 40,59 | 40,44 | Lím.Inf |
| Muestra4 Mañana | 40,48 | 40,45 | 40,59 | 40,52 | 40,40 | 40,61 | 40,51 | 40,44 mg/L |
| Muestra4 Tarde | 40,56 | 40,40 | 40,56 | 40,41 | 40,46 | 40,49 | 40,48 | |
| Promedio por Punto | 40,43 | 40,42 | 40,42 | 40,58 | 40,56 | 40,51 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Gráfico 18: Análisis de Fosforo de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019, con los valores normales de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.12.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

La cantidad de fósforo en el análisis del agua de la Laguna de Quilotoa, dio un promedio total de 40.51 mg/l, con un límite superior de 40.62 mg/L y un límite inferior de 40.44 mg/L, y según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua. , el valor referente es 250 mg/l, considerado así al valor del agua de la laguna como un valor que está en los valores dentro del rango que permite.

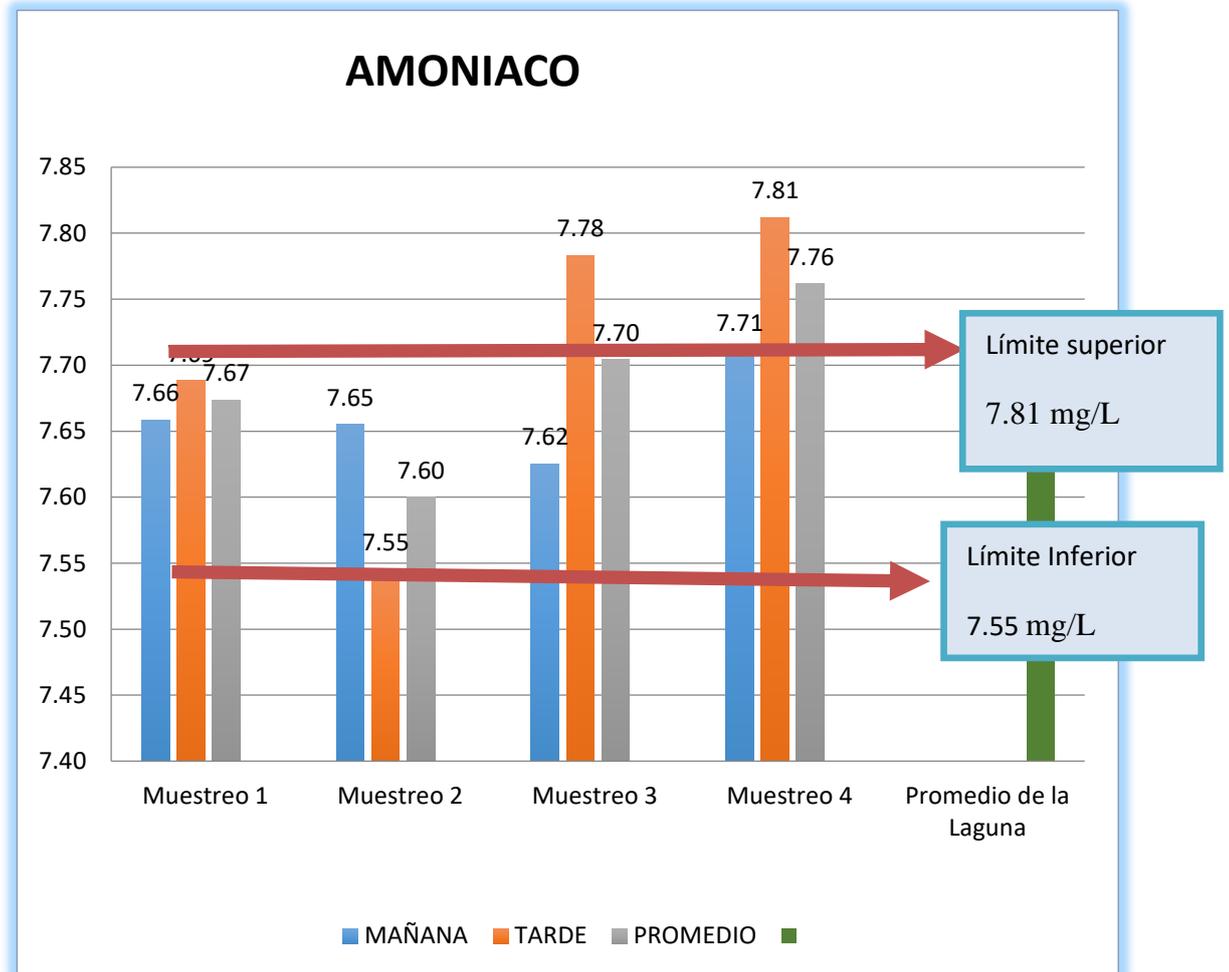
3.2.13 AMONÍACO

Tabla 30: Concentración de Amoníaco del agua de 48 muestras que fueron tomadas de la Laguna del Quilotoa en el periodo de Diciembre 2018 y Febrero frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.

| Parámetro | CLORUROS | | | | | | | Valor Promedio de la laguna |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|--|
| | Punto1 mg/L | Punto2 mg/L | Punto3 mg/L | Punto4 mg/L | Punto5 mg/L | Punto6 mg/L | Prom por Muestreo | |
| Muestra 1 Mañana | 8,21 | 7,25 | 7,85 | 7,56 | 7,49 | 7,59 | 7,66 | Lím.Sup 7.81 mg/L Lím.Inf. 7.55mg/L |
| Muestra1 Tarde | 7,56 | 6,84 | 7,89 | 7,21 | 8,65 | 7,98 | 7,69 | |
| Muestra2 mañana | 8,16 | 7,58 | 7,58 | 7,56 | 7,59 | 7,46 | 7,66 | |
| Muestra2 Tarde | 7,75 | 7,45 | 7,25 | 7,61 | 7,64 | 7,57 | 7,55 | |
| Muestra3 Mañana | 8,16 | 6,98 | 8,26 | 6,18 | 8,61 | 7,56 | 7,63 | |
| Muestra3 Tarde | 8,96 | 8,01 | 7,22 | 7,36 | 7,56 | 7,59 | 7,78 | |
| Muestra4 Mañana | 7,45 | 8,25 | 7,58 | 7,89 | 7,56 | 7,54 | 7,71 | |
| Muestra4 Tarde | 8,95 | 7,58 | 7,56 | 7,54 | 7,49 | 7,75 | 7,81 | |
| Promedio por Punto | 7,49 | 7,65 | 7,65 | 7,36 | 7,82 | 7,63 | | |

Elaborado por: Tannia Llagua

Grafico 19: Análisis de Amoníaco de 6 puntos situados geográficamente del Agua de la Laguna del Quilotoa Diciembre 2018-Enero 2019 frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua.



Elaborado por: Tannia Llagua

3.2.13.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

En el análisis de las agua de la laguna de Quilotoa los niveles de amoniaco tienen un promedio de 7.66 mg/l, en su límite superior es de 7.81 mg/L y su límite inferior es de 7.55 mg/L siendo así un valor elevado para la normativa frente a valores de referencia de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua., en donde el valor de referencia es de 1.0 mg/l.

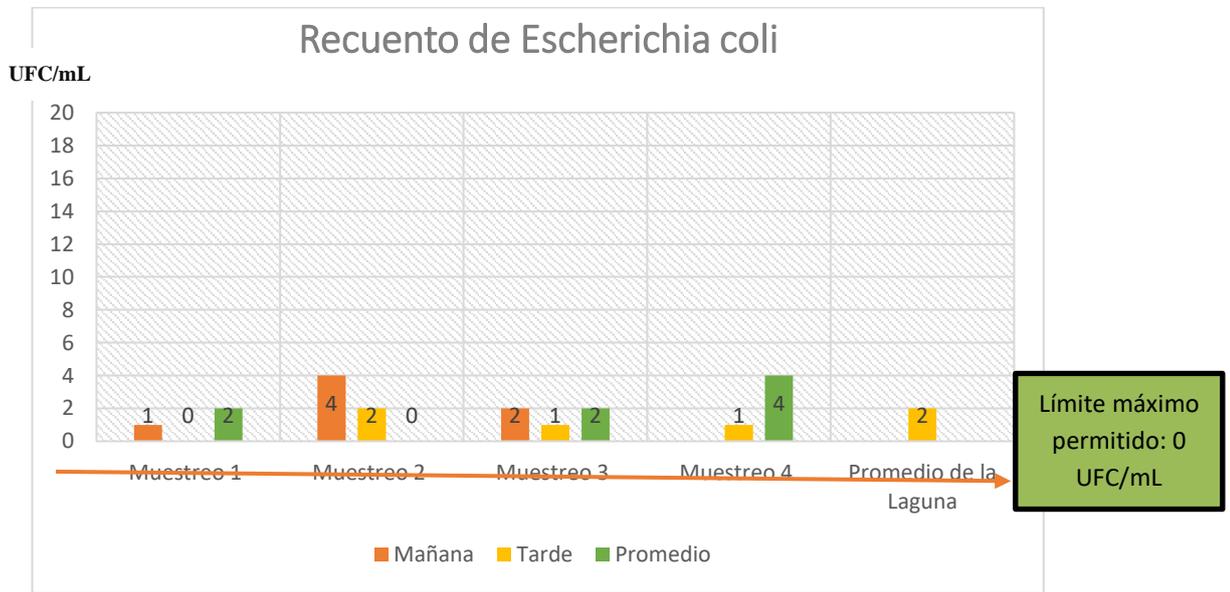
3.3 BACTERIAS

El promedio de *E. coli* es de 1.3 UFC/mL, un mínimo de 0, un máximo de 4 UFC/mL frente a un valor referencial por la Norma de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA, es de 0 UFC/mL indicando que los valores encontrados en las aguas de la Laguna del Quilotoa están fuera del rango normal para el consumo humano. (Ambiental, 2010)

Los coliformes totales es se obtuvo un promedio general 19 /100 ml frente a un valor referencial por la Norma de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA, es de 0 UFC/mL indicando que los valores encontrados en las aguas de la Laguna del Quilotoa están fuera del rango normal para el consumo humano (Ambiental, 2010).

3.3.1 *E. coli*

Grafico 20: Estadística de contaje *E. coli* en placa 3M™ Petrifilm ,muestra de agua de cada uno de los puntos de la Laguna de Quilotoa



3.3.1.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

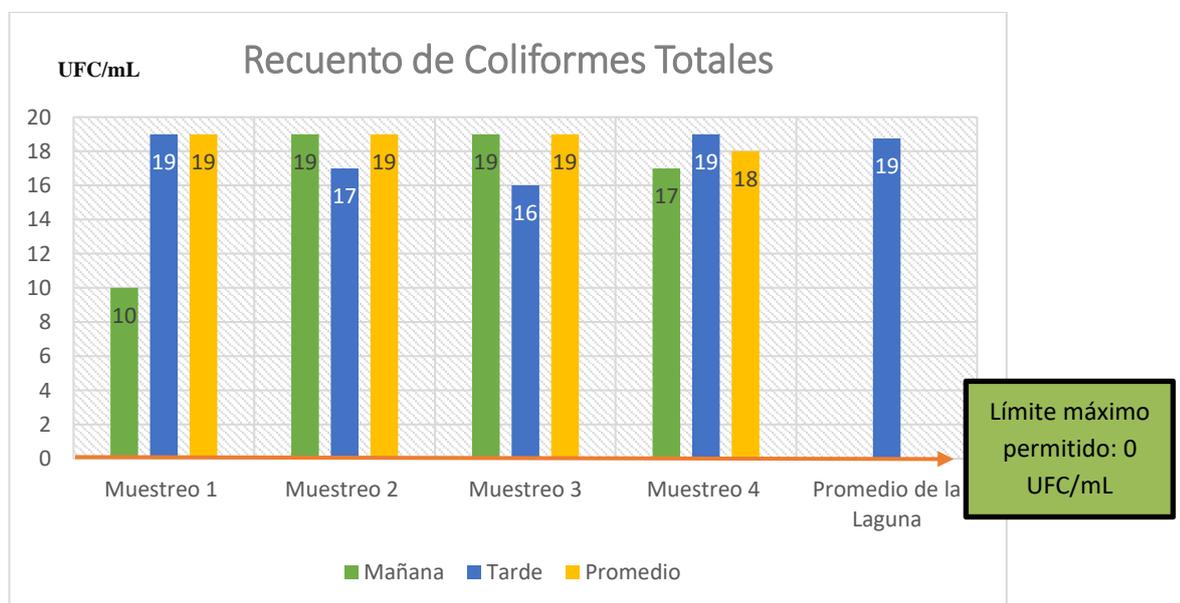
El valor de referencia *Escherichia coli* según la Norma de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA, es de 0 UFC/mL.

El valor más alto obtenido fue de 4 UFC/mL. El valor más bajo obtenido fue de 0 UFC/mL obtenido en un total de 25 muestras. El valor promedio del recuento de *Escherichia coli* de las aguas de la Laguna de Quilotoa fue de 1.3 UFC/mL, estos valores sobrepasan el límite máximo permitido.

La existencia de *Escherichia coli* es un referente de contaminación fecal, representando un peligro en su consumo, tanto para la población, turista y la vida silvestre existente.

3.3.2 COLIFORMES TOTALES

Grafico 21: Contaje de Coliformes Totales en placa 3MTM Petrifilm, muestra de agua de cada uno de los puntos de la Laguna del Quilotoa



Elaborado por: Tannia Llagua

3.3.2.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

En el estudio de las agua de la laguna del Quilotoa entre se obtuvo un promedio general 19 /100 ml y en algunos de los puntos el valor de 0 coliformes/ 100ml frente al valor referencial por la Norma de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA, es de 0 UFC/ mL indicando que los valores encontrados en las aguas de la Laguna del Quilotoa están fuera del rango normal para el consumo humano. Por lo tanto ,el riesgo de consumo de esta agua con de presencia de Coliformes Totales es alto,debido a que es indicativo de contaminación debido a que este microorganismo proviene del tracto intestinal y materia fecal de animales y del hombre .

3.4 RESULTADOS PRUEBAS BIOQUÍMICAS

Tabla 31: Resultados pruebas bioquímicas de las aguas de la Laguna del Quilotoa

| Cepas | TSI | | | SIM | | | | | | | | Bacteria Identificada |
|-------|-----|-----|-----|---------|------|------|-----|-------|-----|----|----|------------------------------|
| | Glu | Lac | Sac | Gas Glu | SH 2 | SH 2 | Mov | Indol | CIT | UR | RM | |
| 1 | + | + | + | + | - | - | + | + | - | - | + | <i>Escherichia coli</i> |
| 2 | + | + | + | + | - | - | + | - | + | v | + | <i>Enterobacter cloacae</i> |
| 3 | + | + | + | + | - | - | - | - | + | + | + | <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| 4 | + | + | + | + | + | + | + | - | + | V- | + | <i>Citrobacter freundii</i> |
| 5 | + | - | + | + | + | + | + | + | - | + | + | <i>Proteus vulgaris</i> |
| 6 | + | - | + | V | - | - | + | - | + | - | V- | <i>Serratia marcescens</i> |

Elaborado por: Tannia Llagua

3.5 RESULTADOS DEL ANTIBIOGRAMA

En el análisis de las agua de la Laguna de Quilotoa de los diferentes puntos geográficos se encontraron cepas de microorganismos que a continuación se detalla, a su vez su sensibilidad o resistencia ante los fármacos dependiendo de su diámetro, expuestos

frente a los puntos de corte de la tabla CLSI (The Clinical and Laboratory Standards Institute) del 2018.* CLSI, The Clinical and Laboratory Standards Institute punto de corte. (CSLI, 2018)

Tabla 32: Antibiograma de *Serratia marcescens*

| ABREV. | ANTIBIÓTI CO | RTD O | CON T. (µg) | PUNTO DE CORTE (mm) CLSI* | | DIÁMETR O (mm) |
|--------|---------------------------------------|----------|-------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | | Resistenc ia ≤ | Sensibilid ad ≥ | |
| AK | Amikacina | S | 25 | 14 | 17 | 25mm |
| F | Nitrofurantoina | I | 8 | 14 | 17 | 15 mm |
| AMC | Amoxicilina + ácido clavulanico | I | 6 | 13 | 18 | 16 mm |
| OFX | Ofloxacina | S | 33 | 20 | 31 | 32 mm |
| SAM | Ampicilina + sulbatam | RN | 27 | 11 | 15 | 8 mm |
| SXT | Sulfametoxazol trimetropin | S | 29 | 10 | 16 | 30 mm |
| TE | Tetraciclina | S | 20 | 11 | 15 | 30 mm |
| CTX | Cefotaxima | I | 37 | 22 | 26 | 25 mm |
| CN | Gentamicina | R | 25 | 12 | 15 | 9 mm |
| IPM | Imipenem | I | 35 | 19 | 23 | 21 mm |

Elaborado por: Tannia Llagua

Sensible = S, Resistente = R, Intermedio = I, Resistencia Natural: RN

Interpretación:

Serratia marcescens presenta un sensibilidad a Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT), Tetraciclina (Te) una resistencia natural a Ampicilina + Sulbatam (SAM); y según la tabla de referencia CSLI 2018, la bacteria presenta resistencia a : Gentamicina (CN); Nitrofurantoina (NIT) ;Amoxicilina + Acido Clavulanico (AMC) ;Cefotaxima (CXM); Imipenem (IPM).

Tabla 33: Antibiograma de la *Escherichia coli*.

| ABREV. | ANTIBIÓTICO | RTDO | CONT.(μ g) | PUNTO DE CORTE (mm) CLSI* | | DIÁMETRO (mm) |
|------------|---------------------------------|------|-----------------|---------------------------|---------------------|---------------|
| | | | | Resistencia \leq | Sensibilidad \geq | |
| AK | Amikacina | I | 25 | 19 | 26 | 24mm |
| F | Nitrofurantoina | I | 8 | 20 | 25 | 21 mm |
| AMC | Amoxicilina + Acido Clavulánico | R | 6 | 18 | 24 | 14 mm |
| OFX | Ofloxacina | S | 33 | 29 | 33 | 38 mm |
| SAM | Ampicilina + sulbactam | S | 27 | 19 | 24 | 25 mm |
| TE | Tetraciclina | S | 20 | 18 | 25 | 30 mm |
| CTX | Cefotaxima | R | 37 | 29 | 35 | 24 mm |
| CN | Gentamicina | S | 25 | 19 | 26 | 32 mm |
| IPM | Imipenem | R | 35 | 26 | 32 | 22 mm |
| SXT | Sulfametoxazol Trimetoprim | S | 29 | 23 | 29 | 32 mm |

Elaborado por: Tannia Llagua

Interpretación

E. coli frente a los puntos referenciales de la tabla de CLSI 2018 se obtuvo sensibilidad para, Ofloxacina (OFX) Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT); Ampicilina + Sulbatam (SAM), Tetraciclina (TE), Gentamicina (CN), frente a una resistencia; Amoxacilina+ Acido Clavulánico (AMC), Cefotaxima (CXM), Imipenem (IPM), y un punto de corte intermedio a los antibióticos; Nitrofurantoina (NIT); Amikacina (AK). El antibiótico Sulfametoxazol Trimetoprim no es recomendable en la tabla CLSI cuando existe un tipo de infección por *E. coli* ya que este tiene un tiempo muy corto en su reacción por variación de las enzimas que son indispensables para la utilización en la vía del ácido fólico.

Tabla 28: Antibiograma de la *Citrobacter freundii*

| ABRE V. | ANTIBIÓTICO | RTD O | CONT. (µg) | PUNTO DE CORTE (mm) CLSI* | | DIÁMETRO (mm) |
|---------|------------------------------|-------|------------|---------------------------|----------------|---------------|
| | | | | Resistencia ≤ | Sensibilidad ≥ | |
| AK | Amikacina | S | 25 | 14 | 17 | 25mm |
| F | Nitrofurantoina | S | 8 | 14 | 17 | 21 mm |
| AMC | Amoxicilina + Ac.Clavulánico | R | 6 | 13 | 18 | 11 mm |
| OFX | Ofloxacina | S | 33 | 20 | 31 | 34 mm |
| SAM | Ampicilina + sulbactam | S | 27 | 11 | 15 | 25 mm |
| TE | Tetraciclina | S | 20 | 11 | 15 | 31 mm |
| CTX | Cefotaxima | I | 37 | 22 | 26 | 25 mm |
| CN | Gentamicina | S | 25 | 12 | 15 | 30 mm |
| IPM | Imipenem | I | 35 | 19 | 23 | 21 mm |
| SXT | Sulfametoxazol Trimetoprim | S | 29 | 10 | 16 | 32 mm |

Elaborado por: Tannia Llagua

Interpretación:

Para el microorganismo *Citrobacter freundii* según la tabla de CLSI 2018 tiene sensibilidad Amikacina (AK); Nitrofurantoina (NIT); Ofloxacina (OFX); Ampicilina + Sulbatam (SAM); Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT); Tetraciclina (Te); Gentamicina(CN), y resistencia a : Amoxacilina + Acido Clavulanico (AMC) y un punto de corte intermedio a los antibióticos ; Cefotaxima (CXM), Imipenem (IPM).

Tabla 29: Antibiograma de la *Enterobacter cloacae*

| ABRV. | ANTIBIÓTICO | RT DO | CONT.(μ g) | PUNTO DE CORTE (mm) CLSI* | | DIÁMETRO (mm) |
|------------|---------------------------------|-------|------------|---------------------------|----------------|---------------|
| | | | | Resistencia ≤ | Sensibilidad ≥ | |
| AK | Amikacina | I | 25 | 19 | 26 | 23mm |
| F | Nitrofurantoina | R | 8 | 20 | 25 | 17 mm |
| AMC | Amoxicilina + Acido Clavulánico | R | 6 | 18 | 24 | 7 mm |
| OFX | Ofloxacina | R | 33 | 29 | 33 | 29 mm |
| SAM | Ampicilina + sulbactam | R | 27 | 19 | 24 | 16 mm |
| TE | Tetraciclina | S | 20 | 18 | 25 | 26 mm |
| CTX | Cefotaxima | R | 37 | 29 | 35 | 9 mm |
| CN | Gentamicina | I | 25 | 19 | 26 | 20 mm |
| IPM | Imipenem | R | 35 | 26 | 32 | 22 mm |
| SXT | Sulfametoxazol Trimetoprim | I | 29 | 23 | 29 | 24 mm |

Elaborado por: Tannia Llagua

Interpretación:

En el antibiograma de la bacteria *Enterobacter cloacae* tiene como sensibilidad a los antibióticos: Ofloxacina (OFX); Tetraciclina (Te); resistencia a: Nitrofurantoina (NIT); Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); Ampicilina + Sulbactam (SAM); Cefotaxima (CXM), Imipenem (IPM); y un punto de corte intermedio a los antibióticos; Amikacina (AK); Gentamicina (CN), Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT).

Tabla 30: Antibiograma de *Klebsiella pneumoniae*

| ABREV | Antibiótico | Resultado | Punto de corte (mm) | | Diámetro (mm) |
|------------|---------------------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| | | | Resistencia $a \leq$ | Sensibilida $d \geq$ | |
| AK | Amikacina | S | 14 | 17 | 20 mm |
| F | Nitrofurantoina | R | 14 | 17 | 14mm |
| AMC | Amoxicilina + Acido Clavulánico | R | 13 | 18 | 9 mm |
| OFX | Ofloxacina | S | 12 | 16 | 21 mm |
| SAM | Ampicilina + sulbactam | S | 11 | 15 | 15 mm |
| TE | Tetraciclina | S | 11 | 15 | 21 mm |
| CTX | Cefotaxima | S | 17 | 25 | 25 mm |
| CN | Gentamicina | I | 15 | 22 | 19 mm |
| IPM | Imipenem | S | 19 | 23 | 25 mm |
| SXT | Sulfatrimetoprim | S | 10 | 16 | 20 mm |

Elaborado por: Tannia Llagua

Interpretación:

El antibiograma para *Klebsiella pneumoniae* se obtuvo resistencia para: Nitrofurantoina (F), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); es sensible a los antibióticos: Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT), Intermedio para, Gentamicina (CN).

Tabla 31: Antibiograma de *Proteus vulgaris*

| ABR EV. | Antibiótico | Resultado | Punto de corte (mm) | | Diámetro (mm) |
|-----------------|---------------------------------------|-----------|---------------------|----------------|------------------|
| | | | Resistencia ≤ | Sensibilidad ≥ | |
| AK | Amikacina | I | 14 | 17 | 16 mm |
| F | Nitrofurantoina | RN | 14 | 17 | 15mm |
| AM C | Amoxicilina + Acido Clavulánico | R | 13 | 18 | 13 mm |
| OF X | Ofloxacina | R | 12 | 16 | 12 mm |
| SA M | Ampicilina + sulbactam | S | 11 | 15 | 22 mm |
| SXT | Sulfatrimetoprim | I | 10 | 16 | 14 mm |
| TE | Tetraciclina | S | 11 | 15 | 16 mm |
| CT X | Cefotaxima | R | 17 | 25 | 17 mm |
| CN | Gentamicina | S | 15 | 22 | 27 mm |
| IPM | Imipenem | R | 19 | 23 | 19 mm |

Elaborado por: Tannia Llagua

Interpretación:

Para la bacteria *Proteus vulgares* se obtuvo resultados de Sensibilidad para: Gentamicina (CN). Tetraciclina (TE), (IPM), CLSI, Ampicilina + sulbactam (SAM) de resistencia para: Ofloxacina (OFX), Cefotaxima (CTX), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Imipenem Intermedio para: Amikacina (AK), Nitrofurantoina (F), Sulfatrimetoprim (SXT).

3.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

El análisis de los parámetros físico-químicos de investigación de las aguas de la Laguna de Quilotoa fueron comparados con la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua, y los resultados investigados dieron valores fuera del límite permisible.

Aplicando el programa SPSS versión 22, se probó la hipótesis con una prueba t-de student de una muestra mediante la cual, se rechaza la hipótesis nula por cuanto el valor de $p=0.000 < 0.05$ a un nivel de confianza del 95%; esto significa que los parámetros analizados están fuera de los límites permitidos por las normativas mencionadas y no son aptas como un recurso aceptable para el consumo humano, aceptando de este modo la Hipótesis alterna (tabla 34).

Tabla 34 Matriz estadístico de investigación de parámetros fisicoquímicos de la laguna de Quilotoa realizada con el método estadístico T-suden.

| Parámetro | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|-----------------|----|---------|---------------------|-------------------------|---------|----|------------------|----------------------|--|----------|
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Turbidez | 48 | 1,80 | ,216 | ,031 | -3150,3 | 47 | ,000 | -98,200 | -98,26 | -98,14 |
| Alcalinidad | 48 | 929,23 | 32,307 | 4,663 | 198,7 | 47 | ,000 | 926,729 | 917,35 | 936,11 |
| Amoniaco | 48 | 7,68 | ,496 | ,072 | 106,5 | 47 | ,000 | 7,635 | 7,49 | 7,78 |
| Conductibilidad | 48 | 16,11 | ,932 | ,135 | 88,7 | 47 | ,000 | 11,938 | 11,67 | 12,21 |
| Sulfatos | 48 | 2531,79 | 174,853 | 25,238 | 84,5 | 47 | ,000 | 2131,792 | 2081,02 | 2182,56 |
| Nitritos | 48 | 0,01 | ,002 | ,000 | -2867,5 | 47 | ,000 | -0,993 | -0,99 | -0,99 |
| Nitratos | 48 | 0,81 | ,567 | ,082 | -112,3 | 47 | ,000 | -9,188 | -9,35 | -9,02 |
| Fosforo | 48 | 0,17 | ,014 | ,002 | -215,0 | 47 | ,000 | -0,420 | -0,42 | -0,42 |
| Cloro | 48 | 40,51 | ,142 | ,021 | 1944,7 | 47 | ,000 | 39,921 | 39,88 | 39,96 |
| Solidos Totales | 48 | 7,86 | ,483 | ,070 | 79,8 | 47 | ,000 | 5,560 | 5,42 | 5,70 |

Elaborado por: Tannia Llagua

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el análisis del agua de la laguna del Quilotoa, se concluye que las muestras de los puntos escogidos para la investigación y determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos incumplen con los límites establecidos con las Normativa de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Agua y Normativa de Calidad de Agua DS N° 031-2010-SA al ser comparados con los estándares establecidos.

La presencia de altas concentraciones de sulfato y amoníaco en algunas estaciones de muestreo evidencia que estas aguas no son aptas para el consumo humano y no cumplen las condiciones reglamentarias para su utilización.

Los análisis microbiológicos en placa 3MTM Petrifilm, evidencian la presencia de *E.coli* y coliformes totales en un porcentaje fuera del límite permisible, indican la contaminación del agua por material fecal.

Se aisló las especies bacterianas que se encontraban presentes en las aguas de la Laguna del Quilotoa mediante la técnica de agotamiento en placa y con la guía de estándares de Clinical and Laboratory Standards Institute 2019 (CLSI 2019) y el método conocido Kirby Bauer , se investigó la sensibilidad y resistencia antibiótica de las bacterias encontradas como :

Serratia marcescens , presenta un sensibilidad a Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT), Tetraciclina (Te) una resistencia natural a Ampicilina + Sulbatam (SAM); y según la tabla de referencia CSLI 2018, la bacteria presenta resistencia a : Gentamicina (CN); Nitrofurantoina (NIT) ;Amoxicilina + Acido Clavulanico (AMC) ;Cefotaxima (CXM); Imipenem (IPM).

Escherichia coli, sensibilidad para, Ofloxacina (OFX) Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT); Ampicilina + Sulbatam (SAM), Tetraciclina (TE), Gentamicina (CN), frente a una resistencia; Amoxicilina+ Acido Clavulánico (AMC), Cefotaxima (CXM), Imipenem (IPM), y un punto de corte intermedio a los antibióticos; Nitrofurantoina (NIT); Amikacina (AK)

Citrobacter freundii sensibilidad Amikacina (AK); Nitrofurantoina (NIT); Ofloxacina (OFX); Ampicilina + Sulbatam (SAM); Sulfametoxazol Trimetoprim (SXT); Tetraciclina (Te); Gentamicina (CN), y resistencia a : Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC) y un punto de corte intermedio a los antibióticos ; Cefotaxima (CXM), Imipenem (IPM).

Enterobacter Cloacae en el antibiograma de este microorganismo tiene como sensibilidad a dos antibióticos de 10 entre ellos están: Ofloxacina (OFX); Tetraciclina un punto de corte intermedio a la Amikacina

Klebsiella pneumoniae, El antibiograma para *Klebsiella pneumoniae*_se obtuvo resistencia para: Nitrofurantoina (F), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC); es sensible a los antibióticos: Amikacina (AK), Ofloxacina (OFX), Ampicilina + sulbactam (SAM), Tetraciclina (TE), Cefotaxima (CTX), Imipenem (IPM) y Sulfatrimetoprim (SXT), Intermedio para, Gentamicina (CN).

Se obtuvo resultados de Sensibilidad para la bacteria *Proteus vulgares* entre ellos a la Gentamicina (CN Intermedio para: Amikacina (AK),), Nitrofurantoina (F), Sulfatrimetoprim (SXT) y una resistencia a Ofloxacina (OFX), Cefotaxima (CTX), Amoxicilina + Acido Clavulánico (AMC), Imipenem

4.2 RECOMENDACIONES

- Para las investigaciones a futuras se recomienda tomar en cuenta un estudio nocturno de la Laguna de Quilotoa puesto que en la noche la temperatura del agua baja y los resultados químico-físicos y a su vez microbiológicos serian de importancia.
- Se recomienda tomar en cuenta a próximas estudios de la Laguna de Quilotoa la existencia de fuentes naturales, en donde el agua es dulce y se mezcla con la ya existente.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambiental, Ministerio. (1994). Calidad microbiologica de agua para consumo humano. Mexico: Ministerio de Salud.
- Bailey & Scott. (2009). Diagnostico Microbiologico. En B. & Scott, Principios e Identificacion (págs. 110-111). Colombia,Argentina: Panamericana.
- Bannerman, T. (2003). Staphylococcus, Micrococcus, and other catalase-positive cocci that grow aerobically. Brizuela-Lab, 2-2.
- Blgo. Jorge Luis González Arteaga, I. C. (2016). Análisis microbiológico del agua del río manta del cantón manta de acuerdo a la ley para la prevención y control de la contaminación ambiental del ecuador (Ipcca). En i. C. Blgo. Jorge Luis González Arteaga, análisis microbiológico del agua del río Manta del Cantón Manta de acuerdo a la ley para la prevención y control de la contaminación ambiental del Ecuador (LPCCA) (págs. 5-14). Manta: Repocitorio PUCESA.
- BRITANIA. (2008). Mac Conkey Agar . BRITANIA, 1-2.
- Britania, L. (2015). Agar Sangre. Laboratorios Britania, 1-2.
- BritaniaLab. (2015). Agar Mac Conkey Agar. BritaniaLab, 1-2.
- Broocks, D. (2014). Agua Manejo a nivel local. Colombia: Alfaomega.
- Brookk, B. (2005). Microbiología Medica de Jawetz, Melnick y Adelberg. Mexico: Manual Moderno Editorial.
- Camacho, A. C. (s.f.). Lagos y lagunas eutróficos naturales, con vegetación. En S. Cirujano, Lagos y lagunas eutróficos naturales, con vegetación. (págs. 31-50). Santamans.
- Cavallini Rodriguez, E., Coronado, M., Chavarria, F., & Hidalgo, j. (2000). Bacteriología general. En E. Cavallini Rodriguez, M. Coronado, F. Chavarria, & j. Hidalgo, Principios y practicas de laboratorio (págs. 63-116). Costa Rica : Universidad de Costa Rica .
- Galvín Marín, R. (2003). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas. En R. Galvín Marín, Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas (págs. 279-286). España: Diaz de Santo.
- Galvín, R. M. (2013). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Madrid: Diaz de Santos.
- García, F. P. (1997). Microscopia de las bacterias.2°. Ed. En P. F. García, Microscopia de las bacterias.2°. Ed (págs. 45-46). Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- García, M., Fernandez del Barrio, M. T., & Paredes, F. (1997). Microbiología Clinica Aplicada. En M. Garcia, M. T. Fernandez del Barrio, & F. Paredes, Microbiología Clinica Aplicada (págs. 29-32). Madrid : Dias de Santos S.A.

- García, P. F. (1997). Microscopia de las bacterias.2°. Ed. En P. F. García, Microscopia de las bacterias.2°. Ed (págs. 45-46). Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- García, V. (2000). Los Microorganismos. En V. García, Introduccion a la Microbiologia (pág. 47). Puerto Rico: Universidad Estatal a Distancia EUNED.
- Geo-Minero, I. T. (2011). Panorama Actual de las aguas minerales y meineromedicinales . En I. T. Geo-Minero, Panorama Actual de las aguas minerales y meineromedicinales (págs. 156-158). Madrid : InforamaS.A.
- Hach, C. (2000). Analisis del Proceso(Turbidez y pH). En C. Hach, Manual de Analisis de Agua Segunda edición (págs. 66-69). E.E.U.U: Hach Company.
- INEN. (2013). Agua ,calidad de aguas muestreo ,manejo y conservacion de muestras. quito ,Ecuador.
- Leon Catro Juan Carlos, G. D. (2005). Fisioterapeuta del Servivio de la Salud de la Comunidad de Madrid . En G. D. Leon Catro Juan Carlos, Fisioterapeuta del Servivio de la Salud de la Comunidad de Madrid (págs. 205-209). Madrid : MAD.
- López Geta Juan Antonio, M. N. (s.f.). Guia para la Elaboracion de PERIMETROS de proteccion de las aguas Minerakles y Termales. En M. N. López Geta Juan Antonio, Guia para la Elaboracion de PERIMETROS de proteccion de las aguas Minerakles y Termales (págs. 23-28). Madrid: Graficas Chile.
- Morell, I., & Hernandez, F. (2000). El agua en Castellom.Un reto para el siglo XXI. En H. F. Morell Ignacio, El agua en Castellom.Un reto para el siglo XXI (págs. 46-47). Universidad de Jaume: Arhenea.
- Norma de Calidad Ambiental . (s.f.). Norma de calidad Ambiental y descarga de Eluentes : Recurso Agua.Libro VI Anexo 1. Ecuador: Ministerio del Medio Ambiente.
- Organizacion Panamericana, d. I. (2011). Guias para la Calidad del Agua Potable Vol.10. En d. I. Organizacion Panamericana, Control y abastesimoento del agua potable en el sistema de abastesimiento para pequeñana comunidades (pág. 43). Washington: Organizacion Panamericana de la Salud.
- Petrifilm™ 3MTM Placas. (2014). Guia de Interpretacion para el recuento de Aerobios. Petrifilm™ 3MTM Placas, 6.
- Petrifilm™, 3. (2008). Guía de Interpretación. 3MTM Petrifilm™ Placas para Recuento de Aerobios, 1-80.
- Petrifilm™, 3. P. (2008). Recuento de Aerobios. Petrifilm™, 3MTM Placas, 1-6.
- Picazo, J. J. (2000). Metodos basicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrbianos . Procedimientos en Microbiología Clínica.
- Prats, G. (2005). Microbiologia Clinica . Madrid: Medica Panamericana .
- Prats, G. (2007). Bacteriologia. En G. Prats, Microbiologia Clinica (págs. 33-68). Argentina ,Colombia: Panamericana.

Scielo. (2011). Caracterización de los parámetros físicos, químicos y biológicos . En L. H. Teresa Arias, Caracterización de los parámetros físicos, químicos y biológicos .

- **CITAS BIBLIOGRÁFICAS- BASES DE DATOS UTA**

- ✓ **ProQuest. Bolton T, Havenhand J.** Physiological acclimation to decreased water temperature and the relative importance of water viscosity in determining the feeding performance of larvae of a serpulid polychaete. *Journal of Plankton Research*. 2005 Septiembre [citado 1 de Agosto de 2019]; 27(9) Available from: <https://search.proquest.com/docview/220277555/768482FBE7844136PQ/1?docID=36765>
- ✓ **ProQuest. Gauthier V, Barbeau B, Tremblay G, Millette R, Bernier A.** Impact of raw water turbidity fluctuations on drinking water quality in a distribution system. *Journal of Environmental Engineering and Science*. 2003 Julio [citado 1 de Agosto de 2019]; 2(4) Available from: <https://search.proquest.com/docview/237209399/EDD73443D0354918PQ/2?docID=36765>
- ✓ **ProQuest. Rayne S, Ikonomou M.** Polybrominated diphenyl ethers in an advanced wastewater treatment plant. Part 1: Concentrations, patterns, and influence of treatment processes. *Journal of Environmental Engineering and Science*. 2005 Septiembre; [citado 1 de Agosto de 2019] 4(5) Available from: <https://search.proquest.com/docview/237210024/fulltextPDF/982E0A8430974913PQ/2?docID=36765>
- ✓ **ProQuest. Singh G, Kant R.** Application of Water Quality Index for Assessment of Surface Water Quality Status in Goa. *Current World Environment*. 2014 Diciembre [citado 1 de Agosto de 2019]; 9(3). Available from: <https://search.proquest.com/docview/1754610903/6CCDAB50800547F9PQ/2?docID=36765>

- **LINKOGRAFÍA**

- ✓ **Ambiental, M. G.** (2010). Calidad de Agua de consumo Humano. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>
- ✓ **BritaniaLab.** (25 de junio de 2015). Agar Mueller Hintol. Obtenido de BritaniaLab: https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2843836dd8.pdf

- ✓ **BritaniaLab.** (25 de junio de 2015). E.M.B Agar. Obtenido de BritaniaLab: https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a28240e1c004.pdf

- ✓ **Britanialab.** (15 de Junio de 2015). Salmonella Shigella Agar. Obtenido de Britanialab: https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2ed7669fc8e.pdf

- ✓ **Catalán, J. L.** (1990). Química del Agua. En J. L. Catalán, Química del Agua. Madrid.: Bellisco,. Obtenido de Microsoft Word - analisis_aguas.doc: https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf

- ✓ **CSLI.** (Enero de 2018). Institute, Clinical and Laboratory Standards. Obtenido de www.clsi.org: <https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm#inbox/KtbxLvHcNMtmmKxxXkzjLBpQwsndBsPLZL?projector=1&messagePartId=0.1>

- ✓ **Evelyn, H. G.** (5 de MARZO de 2018). Fibras y Normas de Colombia S.A.S. Obtenido de Fibras y Normas de Colombia S.A.S.: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/lagunas-definicion-caracteristicas-tipos/>

- ✓ **Hylary, Q. G.** (2 de OCTUBRE de 2014). Técnicas y Métodos de estriado en caja y tubo (medios de cultivo). Recuperado el 18 de ENERO de 2019, de <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/tecnicas-y-metodos-de-estriado-en-caja.html>

- ✓ **Julián, P. P., & GardeyAna.** (Actualizado: 2017. de 2015.). Definición de aguas termales. Obtenido de <https://definicion.de/aguas-termales/> Consultado el 27 de abril del 2019 a las 12:54 pm.

- ✓ **Julián, P. P., & GardeyAna.** (Actualizado: 2017. de 2015.). Definición de aguas termales. Obtenido de <https://definicion.de/aguas-termales/>

- ✓ **Laboratorios Britania** . (24 de Junio de 2015). Britanialab. Obtenido de Britanialab:
http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2ed7669fc8e.pdf Consultado el 24 de Marzo del 2019 a las 15:45 pm

- ✓ **Laboratorios Britania** . (24 de Junio de 2015). Britanialab. Obtenido de Britanialab:
http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2ed7669fc8edf

- ✓ **Lenntech**. (18 de Febrero de 1998-2018). Lenntech. Obtenido de Lenntech:
<https://www.lenntech.es/nitratos-y-nitritos.htm> .Consultado el 30 de abril del 2019 a las 11:20 am

- ✓ **Lenntech**. (18 de Febrero de 1998-2018). Lenntech. Obtenido de Lenntech:
<https://www.lenntech.es/nitratos-y-nitritos.htm>

- ✓ **Medicas, C.** (2012). Obtenido de <http://blog.ciencias-medicas.com/archives/853>

- ✓ Consultado el 15 de abril del 2019 a las 17:27 pm

- ✓ **Reinaldo, T.** (04 de 2015). t-Student. Usos y abusos. Recuperado el 12 de 04 de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S018821982015000100009&lng=es&nrm=i&tlng=es:

ANEXOS

Tabla 35: Matriz de resultados de las aguas de la Laguna del Quilotoa.

| MUESTRA | pH | T° (°C) | Turbidez (NTU) | Alcalinidad (mg/L) | Amoniaco (mg/L) | Conductibilidad (µS /m) |
|----------------|-----------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| P1M1LQM | 1,89 | 11 | 1,89 | 910 | 8,21 | 16,78 |
| P2M1LQM | 1,56 | 10 | 1,56 | 924 | 7,25 | 12,74 |
| P3M1LQM | 1,45 | 10 | 1,45 | 910 | 7,85 | 16,24 |
| P4M1LQM | 1,85 | 15 | 1,85 | 962 | 7,56 | 13,25 |
| P5M1LQM | 1,89 | 10 | 1,89 | 967 | 7,49 | 13,26 |
| P6M1LQM | 1,56 | 10 | 1,56 | 980 | 7,59 | 16,36 |
| P1M1LQT | 1,98 | 20 | 1,98 | 892 | 7,56 | 16,55 |
| P2M1LQT | 2,52 | 18 | 2,52 | 894 | 6,84 | 16,49 |
| P3M1LQT | 1,49 | 20 | 1,49 | 880 | 7,89 | 16,04 |
| P4M1LQT | 2,15 | 19 | 2,15 | 962 | 7,21 | 14,22 |
| P5M1LQT | 1,56 | 20 | 1,56 | 910 | 8,65 | 14,32 |
| P6M1LQT | 1,65 | 18 | 1,65 | 880 | 7,98 | 16,21 |
| P1M2LQM | 1,78 | 9 | 1,78 | 850 | 8,16 | 16,36 |
| P2M2LQM | 1,89 | 10 | 1,89 | 910 | 7,58 | 16,03 |
| P3M2LQM | 1,54 | 10 | 1,54 | 918 | 7,58 | 16,07 |
| P4M2LQM | 1,57 | 10 | 1,57 | 948 | 7,56 | 15,99 |
| P5M2LQM | 1,95 | 16 | 1,95 | 942 | 7,59 | 16,44 |
| P6M2LQM | 1,62 | 12 | 1,62 | 918 | 7,46 | 15,78 |
| P1M2LQT | 1,98 | 15 | 1,98 | 910 | 7,75 | 16,57 |
| P2M2LQT | 1,59 | 15 | 1,59 | 850 | 7,45 | 16,24 |
| P3M2LQT | 1,65 | 13 | 1,65 | 932 | 7,25 | 16,81 |
| P4M2LQT | 2,10 | 15 | 2,10 | 962 | 7,61 | 16,22 |
| P5M2LQT | 1,65 | 15 | 1,65 | 930 | 7,64 | 16,88 |
| P6M2LQT | 1,85 | 14 | 1,85 | 932 | 7,57 | 16,77 |
| P1M3LQM | 1,76 | 9 | 1,76 | 850 | 8,16 | 16,21 |
| P2M3LQM | 1,54 | 10 | 1,54 | 956 | 6,98 | 16,73 |
| P3M3LQM | 1,54 | 18 | 1,54 | 928 | 8,26 | 16,39 |
| P4M3LQM | 1,85 | 15 | 1,85 | 916 | 6,18 | 16,29 |
| P5M3LQM | 1,87 | 15 | 1,87 | 914 | 8,61 | 16,28 |
| P6M3LQM | 1,82 | 20 | 1,82 | 936 | 7,56 | 16,57 |
| P1M3LQT | 1,54 | 16 | 1,54 | 930 | 8,96 | 16,29 |
| P2M3LQT | 1,98 | 15 | 1,98 | 972 | 8,01 | 16,82 |
| P3M3LQT | 1,87 | 15 | 1,87 | 932 | 7,22 | 16,91 |
| P4M3LQT | 1,98 | 15 | 1,98 | 972 | 7,36 | 16,3 |
| MUESTRA | | T° (°C) | Turbidez (NTU) | Alcalinidad (mg/L) | Amoniaco (mg/L) | Conductibilidad (µS /m) |
| P5M3LQT | 1,65 | 16 | 1,65 | 952 | 7,56 | 16,29 |

| | | | | | | |
|---------|------|----|------|-----|------|-------|
| P6M3LQT | 1,76 | 16 | 1,76 | 968 | 7,59 | 16,36 |
| P1M4LQM | 1,58 | 14 | 1,58 | 960 | 7,45 | 16,77 |
| P2M4LQM | 1,95 | 17 | 1,95 | 954 | 8,25 | 16,33 |
| P3M4LQM | 1,65 | 15 | 1,65 | 926 | 7,58 | 16,32 |
| P4M4LQM | 2,06 | 16 | 2,05 | 910 | 7,89 | 16,30 |
| P5M4LQM | 1,97 | 18 | 1,97 | 930 | 7,56 | 16,38 |
| P6M4LQM | 1,65 | 14 | 1,65 | 930 | 7,54 | 16,29 |
| P1M4LQT | 1,85 | 14 | 1,85 | 950 | 8,95 | 16,36 |
| P2M4LQT | 1,95 | 15 | 1,95 | 924 | 7,58 | 16,49 |
| P3M4LQT | 2,11 | 15 | 2,11 | 970 | 7,56 | 16,39 |
| P4M4LQT | 1,97 | 14 | 1,97 | 950 | 7,54 | 16,48 |
| P5M4LQT | 1,85 | 15 | 1,85 | 968 | 7,49 | 16,44 |
| P6M3LQT | 1,95 | 15 | 1,95 | 932 | 7,75 | 16,55 |

Elaborado por: Tannia Llagua

Tabla 36: Matriz de resultados de las aguas de la Laguna del Quilotoa

| MUESTRA | Sulfatos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Nitratos (mg/L) | Sol. Totales (mg/L) | Fosforo (mg/L) | Cloruros (mg/L) |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| P1M1LQM | 2613 | 0,009 | 0,4 | 8,16 | 0,19 | 40,61 |
| P2M1LQM | 2840 | 0,004 | 0,1 | 6,95 | 0,15 | 40,36 |
| P3M1LQM | 2345 | 0,013 | 1,1 | 6,65 | 0,18 | 40,38 |
| P4M1LQM | 2620 | 0,009 | 2,6 | 8,25 | 0,19 | 40,85 |
| P5M1LQM | 2611 | 0,006 | 0,8 | 7,29 | 0,15 | 40,65 |
| P6M1LQM | 2613 | 0,005 | 0,8 | 8,14 | 0,17 | 40,49 |
| P1M1LQT | 2506 | 0,008 | 0,5 | 8,26 | 0,15 | 40,59 |
| P2M1LQT | 2109 | 0,005 | 0,2 | 6,30 | 0,19 | 40,82 |
| P3M1LQT | 2028 | 0,001 | 1,2 | 8,06 | 0,15 | 40,39 |
| P4M1LQT | 2349 | 0,008 | 1,2 | 6,57 | 0,17 | 40,49 |
| P5M1LQT | 2585 | 0,007 | 0,6 | 8,16 | 0,16 | 40,59 |
| P6M1LQT | 2538 | 0,004 | 0,5 | 8,09 | 0,15 | 40,85 |
| P1M2LQM | 2585 | 0,008 | 0,5 | 6,87 | 0,17 | 40,61 |
| P2M2LQM | 2563 | 0,004 | 0,2 | 7,34 | 0,18 | 40,37 |
| P3M2LQM | 1998 | 0,010 | 1,1 | 7,41 | 0,17 | 40,39 |
| MUESTRA | Sulfatos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Nitratos (mg/L) | Sol. Totales (mg/L) | Fosforo (mg/L) | Cloruros (mg/L) |
| P4M2LQM | 2566 | 0,008 | 2,1 | 7,86 | 0,19 | 40,65 |

| | | | | | | |
|---------|------|-------|-----|------|------|-------|
| P5M2LQM | 2654 | 0,008 | 0,8 | 7,89 | 0,16 | 40,66 |
| P6M2LQM | 2471 | 0,005 | 0,7 | 8,16 | 0,17 | 40,49 |
| P1M2LQT | 2471 | 0,010 | 0,4 | 7,81 | 0,17 | 40,69 |
| P2M2LQT | 2656 | 0,005 | 0,1 | 7,94 | 0,16 | 40,39 |
| P3M2LQT | 2295 | 0,011 | 0,1 | 7,81 | 0,17 | 40,40 |
| P4M2LQT | 2385 | 0,009 | 1,5 | 7,85 | 0,18 | 40,64 |
| P5M2LQT | 2685 | 0,006 | 0,7 | 7,56 | 0,17 | 40,56 |
| P6M2LQT | 2584 | 0,005 | 0,8 | 7,56 | 0,18 | 40,26 |
| P1M3LQM | 2566 | 0,009 | 0,6 | 7,91 | 0,16 | 40,59 |
| P2M3LQM | 2556 | 0,005 | 0,1 | 7,94 | 0,15 | 40,40 |
| P3M3LQM | 2613 | 0,010 | 1,0 | 8,17 | 0,16 | 40,41 |
| P4M3LQM | 2649 | 0,009 | 1,6 | 8,11 | 0,19 | 40,49 |
| P5M3LQM | 2613 | 0,007 | 0,8 | 7,95 | 0,16 | 40,59 |
| P6M3LQM | 2584 | 0,004 | 0,6 | 7,77 | 0,18 | 40,29 |
| P1M3LQT | 2597 | 0,008 | 0,6 | 8,16 | 0,18 | 40,40 |
| P2M3LQT | 2568 | 0,005 | 0,1 | 8,09 | 0,17 | 40,26 |
| P3M3LQT | 2158 | 0,009 | 1,2 | 8,60 | 0,18 | 40,26 |
| P4M3LQT | 2658 | 0,008 | 1,5 | 8,11 | 0,17 | 40,56 |
| P5M3LQT | 2698 | 0,007 | 0,9 | 8,05 | 0,16 | 40,59 |
| P6M3LQT | 2654 | 0,005 | 0,6 | 8,07 | 0,19 | 40,59 |
| P1M4LQM | 2585 | 0,006 | 0,7 | 8,06 | 0,19 | 40,48 |
| P2M4LQM | 2556 | 0,005 | 0,1 | 8,08 | 0,16 | 40,45 |
| P3M4LQM | 2294 | 0,011 | 1,1 | 8,10 | 0,15 | 40,59 |
| P4M4LQM | 2566 | 0,008 | 2,1 | 8,09 | 0,18 | 40,52 |
| P5M4LQM | 2585 | 0,008 | 0,7 | 8,11 | 0,17 | 40,40 |
| P6M4LQM | 2569 | 0,005 | 0,5 | 8,09 | 0,17 | 40,61 |
| P1M4LQT | 2594 | 0,008 | 0,7 | 8,11 | 0,16 | 40,56 |
| P2M4LQT | 2756 | 0,004 | 0,1 | 8,17 | 0,19 | 40,40 |
| P3M4LQT | 2613 | 0,010 | 1,2 | 8,17 | 0,18 | 40,56 |
| P4M4LQT | 2613 | 0,009 | 1,7 | 8,14 | 0,17 | 40,41 |
| P5M4LQT | 2598 | 0,008 | 0,8 | 8,16 | 0,15 | 40,46 |
| P6M3LQT | 2613 | 0,005 | 0,7 | 8,14 | 0,19 | 40,49 |

Elaborado por: Tannia Llagua

Grafico 22: Coordenadas de puntos a ser estudiados La Laguna Quilotoa (GPS)



FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 : Laguna Quilotoa presencia de animales, turistas, y vegetación



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía2: Panorámica Laguna del Quilotoa 6 y 30 AM



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 3: Panorámica Laguna del Quilotoa 5 pm



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 4: Toma de muestra punto uno



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 5: Toma de muestras de la Laguna del Quilotoa punto cinco



Elaborado por: Verónica Llagua

Fotografía 6: Presencia de fumarolas y algas acuáticas en el punto seis



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 7: Muestras de agua de los puntos establecidos de la laguna del Quilotoa para su análisis fisicoquímicos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca.



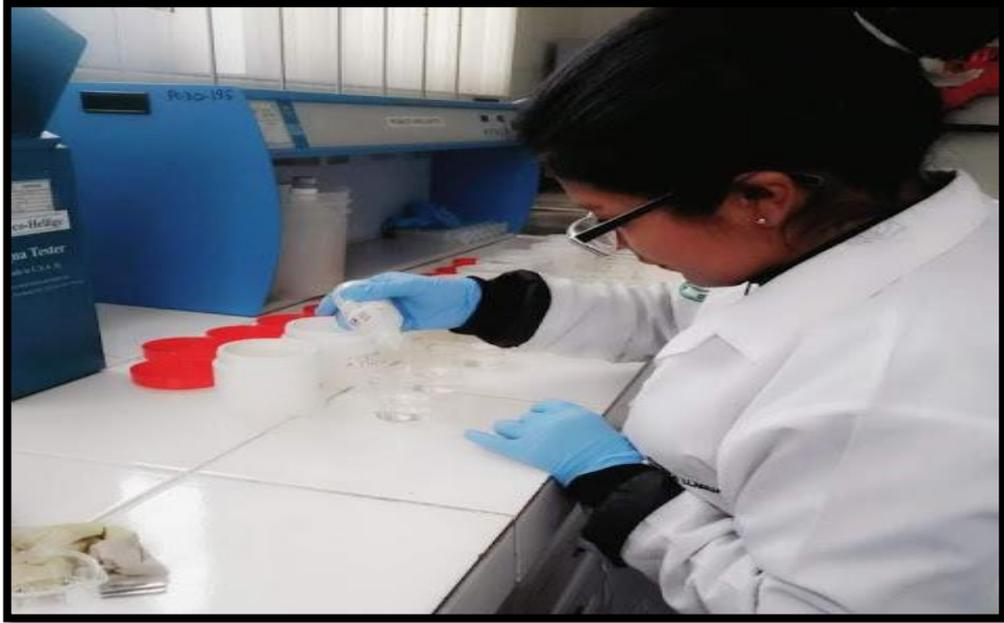
Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 8: Utilización de los equipos para el análisis físico-químico



Elaborado por: Tannia Llagua

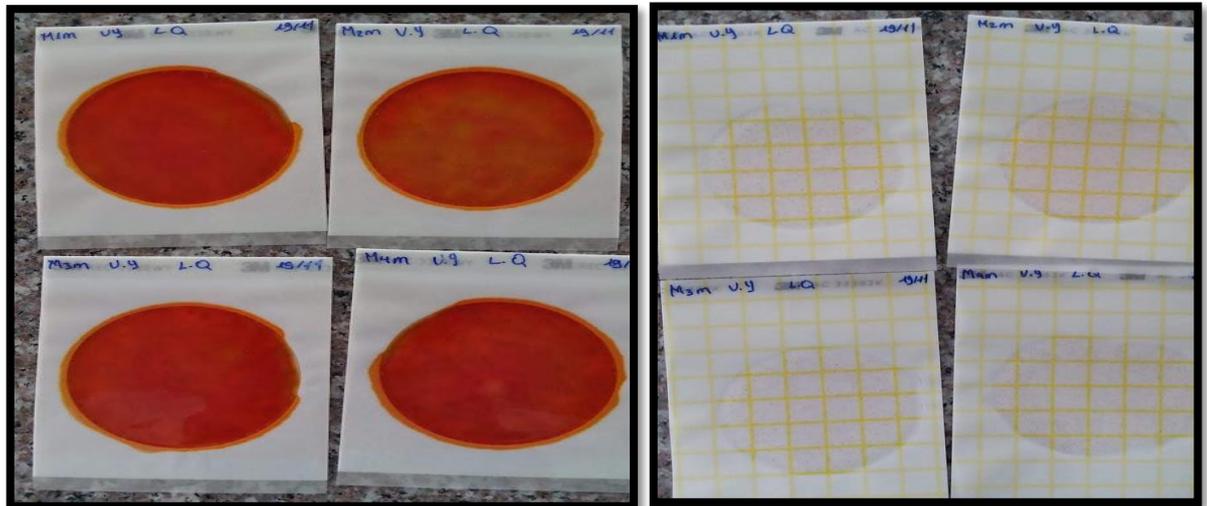
Fotografía 9: Análisis fisicoquímico del agua recolectada de laguna del Quilotoa



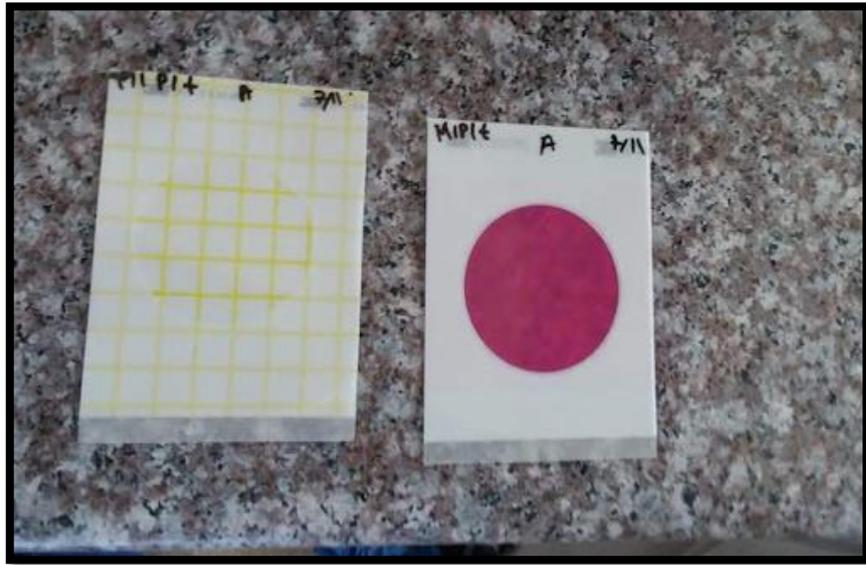
Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 10: Rotulación y siembra en las Placas 3M Petrifilm

Elaborado por: Tannia Llagua



Fotografía 11: Crecimiento de bacterias en las Placas 3M Petrifilm



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 12: Conservación de cepas encontradas en las aguas de la laguna de Quilotoa



Elaborado por: Tannia Llagua

Fotografía 13: Crecimiento en agar MacConkey *E. coli*



Características del Crecimiento de *Escherichia coli* en Agar Mac Conkey sus colonias son medianas convexas con bordes redondeados de color rosado. Realizado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca.

Fotografía14: Crecimiento en agar MacConkey *Enterobacter cloacae*



Elaborado por: Tannia Llagua

Características de crecimiento de *Enterobactercloacae* en agar MacConkey sus colonias. Realizado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca.

Fotografía 15: Lectura de pruebas bioquímicas

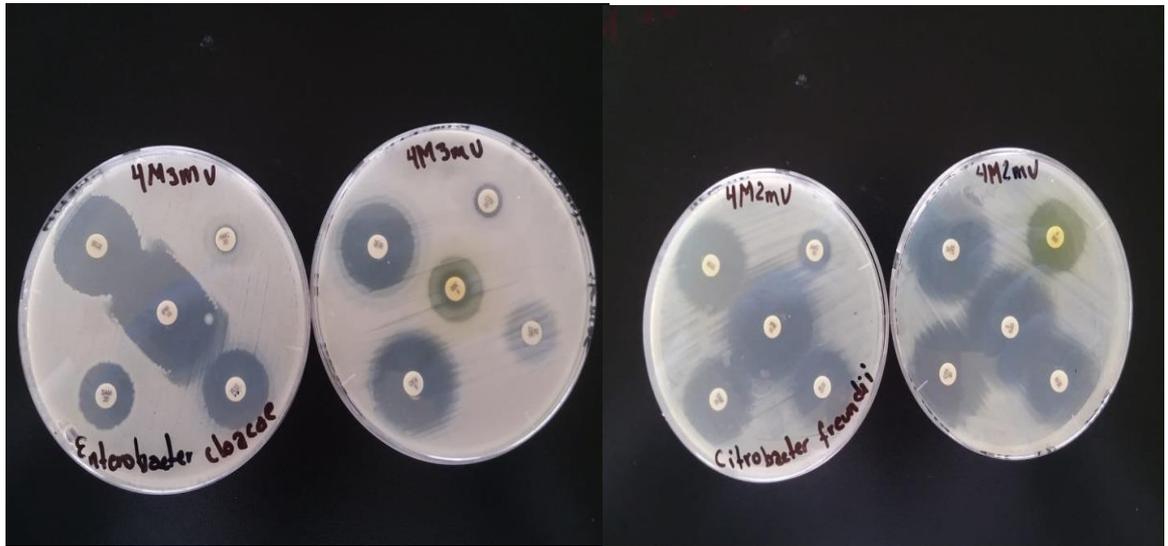


Elaborado por: Tannia Llagua

Lectura de la batería bioquímica de *Enterobacter cloacae* : **Citrato:** (-), **Urea:** (+), **SIM:** Mot: (+), Indol: (+), SH₂: (-), **TSI:** Gl: (+), La: (+), Sac: (+), **Malonato:** (+), **RM:** (+) .

Realizado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca.

Fotografía 16: Antibiogramas



Elaborado por: Tannia Llagua

Antibiograma y colocación de los antibióticos (AK, NIT, AMC, OFX, SAM, SXT, Te, CXMC, IPM)

Realizado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca.

Fotografía 17: Solicitud enviada al Ministerio del Medio Ambiente Provincia de Cotopaxi

Ambato 13 de diciembre 2018


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
Ingeniera
Daniela Culqui
Dirección Provincial Ministerio de Ambiente
En su despacho

De mi consideración

Yo, Dr.Mg.Edison Galárraga Pérez con C.I 170777267-7, por medio de la presente en respuestas al Oficio Nro. MAE-DPACOT-2018-1735-O solicito a usted de la manera más comedida se autorice a la estudiante LLAGUA AREVALO TANNIA VERONICA con C.I 180450007-0 estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato las tomas de muestras de las agua de la Laguna de Quilotoa para la realización del proyecto de investigación denominado "CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE QUILOTOA DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR". Particular que informo para fines pertinentes

Con sentimiento de distinguida consideración

Atentamente,



Dr.Mg.Edison Galárraga Pérez
C.I 170777267-7
ea.galarraga@uta .edu.ec
TUTOR RESPONSABLE

DR. GALO NARANJO LOPEZ, PH.D
RECTOR

Dirección: Av. Colombia y Chile
Teléfono: (+593) 3730268 ext. 5206 - 099668223
Ambato - Ecuador

www.uta.edu.ec

1/1

* Documento generado por Outlook

Fotografía 18: Permiso para la Utilización del Laboratorio de Microbiología de la Facultad Ciencias de la Salud de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca.


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

Memorando Nro. UTA-LC-FCS-2019-0081-M
Ambato, 24 de enero de 2019

PARA: Lcdo. Cristian Anibal Sosa Santana
Laboratorista Clínico

ASUNTO: USO DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA SRTA. LLAGUA

De mi consideración:

En atención a la solicitud presentada por la señorita LLAGUA AREVALO TANNIA VERÓNICA con C.I. 11804500070 graduanda de la Carrera de Laboratorio Clínico en donde solicita se le autorice el uso del Laboratorio de Microbiología para la realizar los análisis del proyecto de investigación denominado "CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE LANGOS DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR", al respecto me permito autorizar lo solicitado.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,


Lcdo. Mg Mario Fernando Vilcacundo Córdova
COORDINADOR DE LABORATORIO CLÍNICO



cn

Fotografía 19: Cancelación de autorización de instigación científica (MAE)
Ministerio del Ambiente

|  | | RUC.: 1760010460001 COMPROBANTE ELECTRONICO AMBIENTE:PRODUCCION EMISION:NORMAL FACTURA No. 001-002-64569 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN 2801201901200100200006456917600104608 FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN 2019-01-28 16:55:39 CLAVE DE ACCESO  2801201901176001046000120010020000645695566778816 Guía Remisión: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|--|----------------|------------|-----------|-------|---------|------|---|---------|--------|---------|-----------------|--|--|--------|--------------|---------|--|--------------|--|--|
| Ministerio del Ambiente Ministerio del Ambiente - Planta Central Dirección Matriz: El Giron Madrid E12-102 y Andalucía - Quito * Ecuador Teléfono: 3987600, Correo: facturacion-electronica@ambiente.gob.ec Sucursal: El Giron Madrid E12-102 y Andalucía SERVICIO DE RENTAS INTERNAS CONTRIBUYENTE ESPECIAL : SI Obligado a llevar contabilidad:SI Fecha de Emisión: 2019-01-28 00:00:00 | | Cliente: TANNIA VERONICA LLAGUA AREVALO RUC / CI:1804500070 Correo: tanniallagua@gmail.com Teléfono:987089757 Dirección: Ambato Avenida Martinez entre Sucre y Bolivar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>PRECIO</th> <th>DESCUENTO</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Autorizacion de Investigacion Cientifica en Agua 2019</td> <td>20.0000</td> <td>0.0000</td> <td>20.0000</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">SUBTOTAL</td> <td>20.0000</td> </tr> </tbody> </table> | CÓDIGO | CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | PRECIO | DESCUENTO | TOTAL | 1 | 1 | Autorizacion de Investigacion Cientifica en Agua 2019 | 20.0000 | 0.0000 | 20.0000 | SUBTOTAL | | | | | 20.0000 | | | | |
| CÓDIGO | CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | PRECIO | DESCUENTO | TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | Autorizacion de Investigacion Cientifica en Agua 2019 | 20.0000 | 0.0000 | 20.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL | | | | | 20.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>IMPUESTO</th> <th>TARIFA</th> <th>BASE IMPONIBLE</th> <th>IMPORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IVA 0%</td> <td>0%</td> <td>20.0000</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>IVA 12.00%</td> <td>12.00%</td> <td>0.0000</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>ICE</td> <td></td> <td></td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td colspan="3">TOTAL</td> <td>20.00</td> </tr> </tbody> </table> | IMPUESTO | TARIFA | BASE IMPONIBLE | IMPORTE | IVA 0% | 0% | 20.0000 | 0.00 | IVA 12.00% | 12.00% | 0.0000 | 0.0000 | ICE | | | 0.0000 | TOTAL | | | 20.00 | | |
| IMPUESTO | TARIFA | BASE IMPONIBLE | IMPORTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IVA 0% | 0% | 20.0000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IVA 12.00% | 12.00% | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ICE | | | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | 20.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPOSITOS: <table border="1"> <thead> <tr> <th>REFERENCIA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>800774989</td> <td>2019-01-28</td> </tr> </tbody> </table> | REFERENCIA | FECHA | 800774989 | 2019-01-28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA | FECHA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 800774989 | 2019-01-28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adicional: Forma de Pago: OTROS - SISTEMA FINANCIERO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fotografía 20: Permiso para la extracción de un recurso natural: Agua de la Laguna del Quilotoa del Ministerio del Medio Ambiente de Cotopaxi.



MINISTERIO DEL AMBIENTE

AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

N° 01-19 IC-FAU-FLO-A-DPAC/MA

FLORA FAUNA AGUA X

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere el Código Orgánico Ambiental y en base al Memorando Nro. MAE-VMA-2018-0095-M autoriza a:

| Investigador | C.I/ Pasaporte | Nacionalidad |
|---------------|----------------|--------------|
| Tannia Llagua | 180450007-0 | Ecuatoriana |

Para que lleve a cabo la investigación "**Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las aguas de la Laguna de Quilotoa de la zona central del Ecuador**".

De acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. Solicitud de: Dr. Edison Galárraga Pérez
2. Valoración técnica del proyecto: Dra. Bety Leiton, Dirección Provincial del Ambiente de Cotopaxi
3. Auspicio de Institución Científica Extranjera: Ninguna.
4. Auspicio de Institución Científica Nacional: Universidad Técnica de Ambato.
5. Contraparte del Ministerio del Ambiente: Coordinadora de Patrimonio Natural de esta Dirección Provincial y Administrador del Parque Nacional Cotopaxi.
6. Complementos Autorizados de la Investigación:
 - 6.1 Colección de Muestras: Agua.
7. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA / FAUNA O MICROORGANISMOS**, sin el correspondiente permiso que deberá obtenerse en la Dirección Provincial del Ambiente de Cotopaxi, tampoco habilita la **EXPORTACIÓN** permiso que es emitido por la Dirección Nacional de Biodiversidad-Ministerio del Ambiente.
8. Estas muestras no podrán ser utilizadas en cualquier actividad de bioprospección ni acceso a recurso genético sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente.
9. De los resultados que se desprenda de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente.
10. Duración: 28 de enero del 2019 al 27 de enero del 2020.

Obligaciones del Investigador:

11. ENTREGAR 2 (DOS) COPIAS DEL INFORME FINAL, EN LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI DONDE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN, EN ESPAÑOL, IMPRESO Y DIGITAL EN FORMATO PDF.
12. ENTREGAR LA LOCALIZACIÓN EXACTA DE LAS MUESTRAS DE AGUA COLECTADA U OBSERVADA Y UNA COPIA DE LAS FOTOGRAFÍAS QUE FORMEN PARTE DE LA INVESTIGACIÓN EN FORMATO DIGITAL A LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI.
13. EL PLAZO DE ENTREGA DEL INFORME VENCE EL 27 DE ENERO DEL 2020.
14. CUMPLIR CON TODOS LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS POR NUMERALES EN LA PARTE POSTERIOR DE ESTA AUTORIZACIÓN.

Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales 11, 12, 13, 14 se responsabiliza a: Tannia Verónica Llagua Arévalo y a Edison Arturo Galarraga Pérez.

La falta de entrega de los resultados finales en los formatos indicados será causa suficiente para que el investigador no pueda continuar con las actividades de investigación en el país.

Dirección: Calle Merial 1117 y Andarés • Código Postal: 11095 • Quito • Ecuador • Teléfono: 593 2 2091 7000

Fotografía 21: Permiso para la extracción de un recurso natural: Agua de la Laguna del Quiltoa del Ministerio del Medio Ambiente de Cotopaxi.



MINISTERIO DEL AMBIENTE
COTOPAXI

OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:

15. SE AUTORIZA LA INVESTIGACIÓN EN: PARROQUIA ZUMBAHUA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.
16. SE AUTORIZA LA COLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA CON EL PROPÓSITO DE:
 - a. Caracterizar fisicoquímica y bacteriológicamente las aguas de Laguna de Quiltoa de la zona central del Ecuador.
17. SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN:

| EQUIPO | MATERIALES |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Cámara fotográfica | Frascos de 1500 ml. |
| Computadora | Placas 3M Petrifilm |
| GPS | Asas calibradas |
| Espectrofotómetro | Cajas mono petri |
| Autoclave | Pipetas y punfas de Pipetas |
| Equipos de medición (ph, turbidez) | Estufa |
| | Reactivos (microbiología) |
| | Reactivos (químico) |
| | Agar (medios microbiológicos) |
| | Termómetro |
| | Balanza |
| | Lámparas de alcohol y mecheros |
| | Placas mono Petri |
| | Botas y traje impermeable |

18. LAS MUESTRAS PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERÁN SER CATALOGADAS POR INDIVIDUO AGUA: DESDE EL NÚMERO 01-01-19 (IC-FAU-FLO-A-DPAC/MA HASTA EL NÚMERO 48-01-19 (IC-FAU-FLO-A-DPAC/MA BASADO EN LA SOLICITUD DE INVESTIGACIÓN.
19. LOS INVESTIGADORES DEBERÁN REALIZAR SUS INTERVENCIONES EN CAMPO BAJO UN MANEJO RESPONSABLE Y ÉTICO CON LAS MUESTRAS DE AGUA ASÍ COMO CON LOS EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN.
20. EN EL CASO DE ENCONTRARSE NUEVAS ESPECIES, DEBERÁ NOTIFICARSE A LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE COTOPAXI LA DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ADJUNTANDO LA RESPECTIVA PUBLICACIÓN DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO EN EL NUMERAL 12 DE ESTA AUTORIZACIÓN.
21. NO SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE ARMAS DE FUEGO, EXPLOSIVOS O SUSTANCIAS VENENOSAS COMO METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACIÓN.
22. LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERÁN SER ENTREGADOS AL MINISTERIO DEL AMBIENTE CONFORME LO ESTABLECE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE.
23. NINGÚN ESPÉCIMEN PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN PODRÁ SER UTILIZADO PARA USO COMERCIAL O COMO MATERIAL PARA MANEJO INSITU / EXSITU, SIN LA CORRESPONDIENTE AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.
24. ESTAS MUESTRAS NO PODRÁN SER UTILIZADAS EN CUALQUIER ACTIVIDAD DE BIOPROSPECCIÓN NI ACCESO GENÉTICO SIN LA CORRESPONDIENTE AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.
25. PARA EL INGRESO A ÁREAS DE PROPIEDAD PRIVADA LOS INVESTIGADORES DEBERÁN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO PROPIETARIO.
26. PARA LA MOVILIZACIÓN DE TODOS LOS EJEMPLARES COLECTADOS EN ESTA AUTORIZACIÓN EL INVESTIGADOR, DEBERÁ CONTAR CON LA RESPECTIVA ORDEN DE MOVILIZACIÓN EMITIDA POR LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI.
27. ESTA AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PODRÁ SER RENOVADA ANUALMENTE PREVIO AL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTRAÍDAS POR EL INVESTIGADOR, ENTREGA Y APROBACIÓN DE INFORMES PARCIALES O FINALES EN LAS FECHAS INDICADAS.
28. SE SOLICITARÁ PRÓRROGA QUINCE DÍAS ANTES DE LA FECHA DE VENCIMIENTO QUE INDICA ESTE DOCUMENTO.
29. EL REGISTRO DE LA LOCALIZACIÓN EXACTA DE LAS MUESTRAS DE AGUA COLECTADA U OBSERVADA ASÍ COMO FOTOGRAFÍAS, INFORME PARCIAL O FINAL DEBERÁ SER ENTREGADO EN FORMATO DIGITAL PDF, PARA SU INGRESO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (INCLUYENDO INFORMACIÓN SOBRE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS) Y PARA LA PÁGINA WEB DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.
30. TODO USO INDEBIDO DE ESTA AUTORIZACIÓN, ASÍ COMO EL INCUMPLIMIENTO DE ASPECTOS LEGALES, ADMINISTRATIVOS O TÉCNICOS ESTABLECIDOS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS DE ACUERDO AL CÓDIGO ORGÁNICO AMBIENTAL Y DEMÁS NORMATIVA PERTINENTE.
31. TASA POR AUTORIZACIÓN: 20 VEINTE DÓLARES DEPOSITADOS CON REFERENCIA No.800774989 DEL 06 DE DICIEMBRE DEL 2018 EN BANECAUDOR CUENTA 0010000785.



Ing. Pamela Lizbeth Cepeda Barreno
DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI

BL 28/01/19
CC: Coordinadora de Patrimonio Natural / Administrador de la Reserva Ecológica Los Illinizas

La falta de entrega de los resultados finales en los formatos indicados será causa suficiente para que el investigador no pueda continuar con las actividades de investigación en el país.

Dirección: Calle Maímel 1100, Ancashuay • Código Postal: 170505 • Quito - Ecuador • Teléfono: 099 2 796 7992