



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

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE YAMBO DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”**

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

**Autora:** Díaz Erriaz, Andrea del Pilar

**Tutora:** Ing. Mg. Viteri Robayo, Carmen Patricia

Ambato – Ecuador

Enero, 2019

## APROBACIÓN DEL TUTOR

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

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE YAMBO DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”**, de Andrea del Pilar Díaz Erraiz, 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, septiembre del 2018

LA TUTORA

.....  
Ing. Mg. Viteri Robayo, Carmen Patricia.

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Todos los criterios expuestos en el trabajo de investigación: **“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS DE LA LAGUNA DE YAMBO DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”**, están planteadas ideas, contenidos, conclusiones y recomendaciones están bajo mi responsabilidad como autora de este trabajo de grado.

**Ambato, Septiembre 2018**

LA AUTORA

.....

Díaz Erraiz, Andrea Del Pilar

## **DERECHOS DE AUTOR**

Permito 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 de la reproducción de este Proyecto Investigativo, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Septiembre 2018

## **LA AUTORA**

.....

Díaz Erraiz, Andrea del Pilar

## **APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe sobre el Tema:  
**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS, DE LA LAGUNA DE YAMBO, DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”**, de Andrea del Pilar Díaz Erraiz, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato, Noviembre 2018

Para constancia firman.

.....  
PRESIDENTE/A

.....  
1er VOCAL

.....  
2do VOCAL

## **DEDICATORIA**

*A Dios, que con su amor providente me dio sabiduría, fortaleza, a mi familia por su por su incondicional apoyo, a mi madre por guiarme en cada momento de mi vida.*

*Andrea del Pilar*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mi familia porque siempre se han esforzado por darme lo mejor, por el amor que lo han expresado en cada acción, por el apoyo que me han brindado para poder alcanzar cada una de mis metas.*

*A las personas que he tenido el gusto de conocer durante esta etapa, de manera especial a los docentes que impartieron sus conocimientos, quiero agradecer al Bqf. Víctor Guangasig por hacer partícipe de su proyecto de investigación. Un profundo agradecimiento a mi tutora Ig. Mg Carmen Viteri, quien ha sabido guiarme y asesorarme incondicionalmente hasta culminar el proyecto.*

*Agradezco a mis amigas que formaron parte de mi vida universitaria, por los momentos compartidos.*

*Andrea del Pilar*

## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>2</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>2</b>
1.1.    TEMA .....	2
1.2.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2.1.    CONTEXTUALIZACIÓN .....	2
1.2.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3.    JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4.    OBJETIVOS .....	5
1.4.1.    OBJETIVO GENERAL .....	5
1.4.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1    ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2    FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2.1</b> Contaminación Del Agua .....	<b>8</b>
2.2.1.1 Principales Agentes Contaminantes del Agua .....	8
2.2.2 Indicadores de la Calidad del Agua.....	10
2.2.3 Caracterización Físico - Químico del Agua .....	10

2.2.4	Microorganismos .....	12
2.2.4.1	Bacterias presentes en el agua dulce.....	13
<b>2.3</b>	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>.....</b>	<b>20</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>	<b>.....</b>	<b>20</b>
	Enfoque de la Investigación .....	20
	Modalidad básica de la Investigación .....	20
<b>3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>	<b>.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 SELECCIÓN DEL ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO</b>	<b>.....</b>	<b>21</b>
	Delimitación Espacial .....	21
	Delimitación temporal: .....	24
<b>3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN</b>	<b>.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>.....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS</b>	<b>.....</b>	<b>25</b>
	Toma de muestra de agua de la laguna .....	27
	Análisis Físico – Químico Parámetros a Determinar .....	28
	Análisis Microbiológico: .....	28
	Aislamiento de Bacterias.....	34
	Pruebas de Sensibilidad.....	39
	Interpretación de los resultados del antibiograma .....	40
<b>3.8 ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>4. TABULACIONES</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
4.1	Evaluación de los componentes físico – químicos y bacteriológicos del agua de la laguna de Yambo.....	41
4.3	Sensibilidad o resistencia de las bacterias identificadas en el agua de la laguna de...	56

<b>4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b> .....	58
4.4.1 pH .....	59
4.4.2 Temperatura .....	60
4.4.3 Conductividad .....	60
4.4.4 Sólidos Totales .....	61
4.4.5 Nitritos.....	62
4.4.6 Nitrato .....	63
4.4.7 Cloruros .....	64
4.4.8 Turbidez.....	65
<b>CAPÍTULO V</b> .....	71
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	71
5.1 Conclusiones .....	71
5.2 Recomendaciones.....	72
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	74
<b>ANEXOS</b> .....	83
Anexo 1 .....	83
Anexo 2: .....	87
Anexo 3: .....	93

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Tiempo que se queda admirando el paisaje .....	3
<b>Gráfico 2.</b> Veces que visitan el lugar .....	3
<b>Gráfico 3.</b> <i>Acinetobacter</i> .....	13
<b>Gráfico 4.</b> <i>Aeromonas</i> .....	13
<b>Gráfico 5.</b> <i>Bacillus</i> : .....	14
<b>Gráfico 6.</b> <i>Campylobacter</i> .....	14
<b>Gráfico 7.</b> <i>Enterobacter Sakazakii</i> .....	14
<b>Gráfico 8.</b> <i>E. Coli</i> : .....	15
<b>Gráfico 9.</b> Las Bacterias del Género <i>Klebsiella</i> .....	15
<b>Gráfico 10.</b> <i>Leptospira</i> .....	16

<b>Gráfico 11.</b> Ubicación de la laguna de Yambo .....	22
<b>Gráfico 12.</b> Ubicación de los puntos para el muestreo.....	25
<b>Gráfico 13.</b> Levantar la película superior, medio 3m Petrifilm .....	29
<b>Gráfico 14.</b> Uso de pipeta en medio 3m Petrifilm.....	29
<b>Gráfico 15.</b> Cerrar la película superior, medio 3m Petrifilm .....	29
<b>Gráfico 16.</b> Uso de dispersor en medio 3M petrifilm .....	29
<b>Gráfico 17.</b> Dispersor en medio 3M petrifilm.....	29
<b>Gráfico 18.</b> Tiempo del uso de dispersor en medio 3M petrifilm .....	29
<b>Gráfico 19.</b> Incubación del medio 3M petrifilm .....	29
<b>Gráfico 20.</b> Contaje en medio 3M petrifilm.....	29
<b>Gráfico 21.</b> Recuento de bacterias aerobias =152 .....	30
<b>Gráfico 22.</b> Recuento de bacterias aerobias = 0 .....	30
<b>Gráfico 23.</b> Gran número de colonias .....	30
<b>Gráfico 24.</b> Crecimiento = 0.....	31
<b>Gráfico 25.</b> Recuento = 106 .....	31
<b>Gráfico 26</b> Recuento actual aprox de108 .....	32
<b>Gráfico 27.</b> Técnica de siembra por estrías .....	35
<b>Gráfico 28.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de pH.....	59
<b>Gráfico 29.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de temperatura.....	60
<b>Gráfico 30.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de conductividad .....	61
<b>Gráfico 31.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de solidos totales .....	62
<b>Gráfico 32.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de nitritos .....	63
<b>Gráfico 33.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de nitratos.....	64
<b>Gráfico 34.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de cloruros.....	65
<b>Gráfico 35.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de turbidez.....	66
<b>Gráfico 36.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de aerobios .....	67
<b>Gráfico 37.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de <i>S. aureus</i> .....	68
<b>Gráfico 38.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de <i>E. coli</i> .....	69
<b>Gráfico 39.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de coliformes elaborado: investigadora.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS:

<b>Tabla 1.</b> Parámetros utilizados en el índice de calidad del agua ICA .....	10
<b>Tabla 2.</b> Bacterias presentes en el agua dulce .....	13
<b>Tabla 3.</b> Puntos para la toma de muestra.....	26
<b>Tabla 4.</b> Parámetros físicos- químicos para la caracterización del agua de la laguna de Yambo.....	28

<b>Tabla 5.</b> Procedimiento para el uso de medios 3M Petrifilm .....	29
<b>Tabla 6.</b> Diferencia entre gram positivo y gram negativos .....	33
<b>Tabla 7.</b> Pruebas bioquímicas para identificación de bacterias.....	38
<b>Tabla 8.</b> Resultados de las características físico – químicas del agua de la laguna de Yambo.....	41
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos descriptivos de los parámetros físico- químico.....	44
<b>Tabla 10.</b> Temperatura del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo.....	45
<b>Tabla 11.</b> pH del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo ...	46
<b>Tabla 12.</b> Conductividad del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo.....	47
<b>Tabla 13.</b> Sólidos totales del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo.....	48
<b>Tabla 14.</b> Nitritos del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo .....	48
<b>Tabla 15.</b> Nitratos del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo .....	49
<b>Tabla 16.</b> Cloruros del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo.....	50
<b>Tabla 17.</b> Turbidez del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo.....	51
<b>Tabla 18.</b> Bacterias Aerobias .....	52
<b>Tabla 19.</b> <i>Staphylococcus aureus</i> .....	52
<b>Tabla 20.</b> <i>Escherichia coli</i> .....	53
<b>Tabla 21.</b> Coliformes.....	54
<b>Tabla 22.</b> Pruebas bioquímicas e identificación bacteriana .....	55
<b>Tabla 23.</b> Bacterias identificadas y patologías asociadas.....	55
<b>Tabla 24.</b> Antibiograma para <i>E. coli</i> .....	56
<b>Tabla 25.</b> Antibiograma para <i>P. mirabilis</i> .....	57
<b>Tabla 26.</b> Antibiograma para <i>K. pneumoniae</i> .....	57
<b>Tabla 27.</b> Antibiograma para <i>H. alvei</i> .....	58

<b>Tabla 31.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de pH.....	59
<b>Tabla 32.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de temperatura.....	60
<b>Tabla 33.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de conductividad .....	61
<b>Tabla 34.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de sólidos totales .....	62
<b>Tabla 35.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de nitritos .....	62
<b>Tabla 36.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de nitratos .....	63
<b>Tabla 37.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de cloruros .....	64
<b>Tabla 38.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de turbidez.....	65
<b>Tabla 39.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de aerobios .....	66
<b>Tabla 40.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de <i>S. aureus</i> .....	67
<b>Tabla 41.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de <i>E. coli</i> .....	68
<b>Tabla 42.</b> Verificación de la hipótesis, parámetro de coliformes.....	69

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

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA, DE LA LAGUNA DE YAMBO, DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”**

**Autora:** Díaz Erraiz, Andrea del Pilar.

**Tutora:** Ing. Mg. Viteri Robayo, Carmen Patricia

**Fecha:** Septiembre del 2018

**RESUMEN**

La presente tiene como objetivo investigar la calidad del agua de la laguna de Yambo, de acuerdo a sus características físicas químicas y bacteriológicas, para ello se realizó un estudio cuasi experimental determinando varios parámetros del agua de acuerdo a TULSMA, obteniendo valores elevados en su mayoría , se determinaron las bacterias presentes en el agua de la laguna, para ello se tomaron muestra de 6 punto de la laguna, tanto en la mañana como en la tarde; se aislaron en medios 3M petrifilm para aerobio, *S. aureus*, coli/coliformes, de este último presento un 98 % sobre el valor establecido por la OMS, por ello se procedió a realizar la identificación del tipo de bacteria, se determinándose 6 tipos bacterias pertenecientes a la *enterobacterias*, finalmente se procedió a realizar el antibiograma de acuerdo a la CLSI 2018.

**PALABRAS CLAVES:** AGUA, PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO, CALIDAD, BACTERIAS, ANTIMICROBIANOS.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO  
FACULTY OF HEALTH SCIENCES  
CLINICAL OF LABORATORY CAREER

**“PHYSICAL CHARACTERIZATION - CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL OF THE WATER, OF THE YAMBO LAGOON, OF THE CENTRAL ZONE OF ECUADOR”**

**Author:** Díaz Erraiz, Andrea Del Pilar

**Tutor:** Viteri Robayo Carmen Patricia

**Date:** September 2018

**SUMMARY**

The present objective is to investigate the water quality of the Yambo lagoon, according to its physical, chemical and bacteriological characteristics, for which a quasi-experimental study was carried out, determining several water parameters according to TULSMA, obtaining high values mostly, the bacteria present in the lagoon water were determined, for this a 6 point sample of the lagoon was taken, both in the morning and in the afternoon; 3M petrifilm media for aerobic, *S. aureus*, coli / coliforms, were isolated from the latter, 98% of which was established by the WHO, so the identification of the type of bacteria was enhanced, and 8 types of bacteria were determined. belonging to the enterobacteria, finally proceeded to perform the antibiogram according to CLSI 2018.

**KEYS WORDS:** WATER, PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS, QUALITY, BACTERIA, ANTIMICROBIAL

## INTRODUCCIÓN

La laguna de Yambo, es conocida como “La laguna encantada”, donde acoge a varios turistas y donde se realizan actividades como; la agricultura, la agronomía, por lo que estar expuesta a contaminación puede deteriorar la calidad del agua, y ocasionar problemas de salud para quienes se benefician de ella, la presencia de microorganismo patógenos puede causar grandes impactos negativos.

La investigación se desarrolló de la siguiente forma, en el capítulo I, se describe el problema contaminación en el agua de las lagunas, específicamente de la laguna de Yambo localizada en la provincia de Cotopaxi, la misma que es causada por las actividades que se realizan en sus alrededores. Al ser un lugar visitado por varias personas, puede afectar al sector turístico, incluso llegar a ser un problema de salud pública. En el capítulo II, se describe los principales contaminantes, como microorganismos patógenos, compuestos orgánicos, inorgánicos, materiales que se hallan suspensos en el agua, mismos que pudieron afectar la calidad del agua de laguna de Yambo, se describe los parámetros físico-químicos como el pH, temperatura, conductividad, nitritos, nitratos, cloruros, turbidez, sólidos totales, además se describe las principales bacterias presentes y las patologías que pueden producir, dentro del capítulo III, se indica los métodos que se siguieron hasta llegar a identificar las bacterias y el antibiograma respectivo, finalmente en los capítulos IV y V, con todos los datos recogidos se evaluó las condiciones del agua de la laguna de Yambo.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. TEMA**

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA, DE LA LAGUNA DE YAMBO, DE LA ZONA CENTRAL DEL ECUADOR”.

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN**

Las fuentes naturales de agua como lagunas, ríos y manantiales, representan un elemento muy importante en países en vías desarrollo como es el Ecuador, este recurso se puede utilizar para satisfacer la demanda en el sector agrícola, industrial, doméstico así también como en el sector turístico. El agua contaminada pueden ser un problema a nivel ambiental, a su vez un problema de salud pública y daños de los ecosistemas. (1)

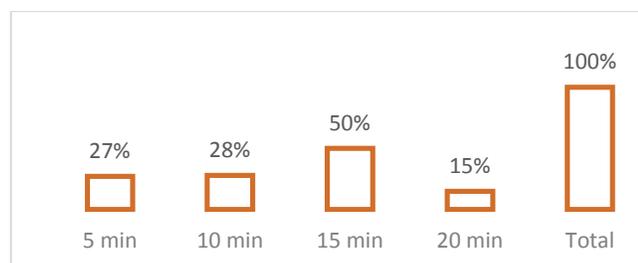
En el Ecuador los lagos y lagunas, representan un atractivo turístico de gran importancia y pueden encontrarse en peligro debido a la contaminación, la acumulación de basura, la contaminación por coliformes fecales, incluso la presencia de agentes patógenos, que pueden ser perjudiciales.(2)

Enfermedades como; diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea y la poliomielitis están asociadas a la contaminación del agua, la OMS indica que más de 502 000 personas

mueren al año por diarrea. Los países con ingresos escasos son los más perjudicados ya que se registran 38% con constan con fuentes de agua.(3) (4)

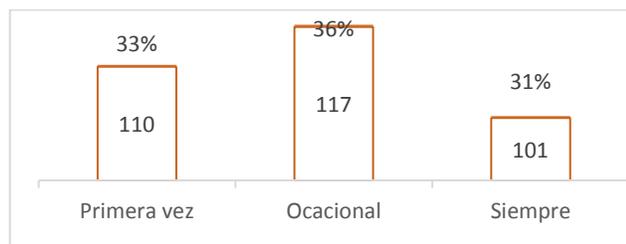
Tal es el caso de la laguna de Yambo, que se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi en el cantón de Salcedo, en donde de los diferentes problemas ambientales que ocurre hace que el ecosistema se vaya deteriorando a largo plazo.

Según Maña (2015), al lugar turístico llega un promedio aproximado de 328 personas, y se puede decir que otro 55% aproximadamente se detienen a observar el paisaje de la laguna, los tiempos por los cuales los viajeros se detienen en el mirador se muestran en el gráfico 1.



**Gráfico 1:** Tiempo que se queda admirando el paisaje  
**Fuente:** Maña Rubén 2015

Además, en el grafico 2, se indica el número de visitas aproximadas a la Laguna de Yambo, ocasionalmente visita un 33% de la población, el 34% por primera vez, y el 31% siempre visita el lugar.(5)



**Gráfico 2.** Veces que visitan el lugar  
**Fuente:** Maña Rubén 2015

### **1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de la laguna de Yambo?

#### **PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿Cuáles son los componentes físicos y químicos del agua de la laguna de Yambo, zona central del Ecuador?
- ¿Qué bacterias de importancia sanitaria se encuentran en el agua de la laguna de Yambo?
- ¿Cuál es la sensibilidad o resistencia de las bacterias aisladas del agua de la laguna de Yambo?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La laguna de Yambo, es conocida como “La laguna encantada”, un lugar que acoge a varios turistas y donde se realizan actividades como; la agricultura, la agronomía, por lo que estar expuesta a contaminación puede deteriorar la calidad del agua, y ocasionar problemas de salud para quienes se benefician de ella, la presencia de microorganismo patógenos puede causar grandes impactos negativos.

El Plan Nacional del Buen Vivir 2017, 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 (6). Para evitar problemas de tipo sanitario, se puede recurrir al monitoreo del agua, a través de la caracterización físico – químicas y bacteriológicas del agua.

El proyecto de investigación ayudará obtener información acerca de las características físico - químicas y posibles microorganismos existentes en el agua, además se evaluará la resistencia bacteriana, estos datos serán de gran importancia para identificar la variedad de microorganismos presentes que pueden provocar gran repercusión en las personas

que estén en contacto con el agua de la laguna de Yambo y de muchos turistas que se acercan al lugar.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Investigar la calidad del agua de la laguna de Yambo, de acuerdo a sus características físico - químicas y bacteriológicas.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar los componentes físico – químicos y bacteriológicos del agua de la laguna de Yambo, zona central del Ecuador.
- Cuantificar bacterias de importancia sanitaria, mediante la utilización de placas 3M petrifilm.
- Reportar las bacterias identificadas y su repercusión en la población.
- Establecer la sensibilidad o resistencia de las bacterias aisladas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ESTADO DEL ARTE**

El agua es uno de los elementos indispensables para la vida, por ello la sociedad extrae grandes cantidades de agua de los ríos, los lagos, las humedades y los acuíferos subterráneos para abastecer los requerimientos de las ciudades, el campo y las industrias.(7)

El monitoreo de la calidad del agua es una herramienta fundamental en el manejo de los recursos de aguas dulces. (4)

Espinal, Sedeño y López en el año 2013, en su estudio realizado en el período 2005 - 2009, mediante la determinación de 21 parámetros físicos y químicos del agua de la Laguna de Yuriria, revelan que la laguna presenta un alto grado de eutrofización, con aportes de materia orgánica y fecal; se encontraron variaciones temporales en la calidad del agua que manifiestan los efectos de las estaciones de estiaje y la de lluvias. (8)

Rodríguez, Romero, Rojas, Rueda, en el 2008, en su estudio microbiológico de la calidad de agua suministrada a la población de San Sebastián Pargo, determinaron la presencia de coliformes totales y bacterias heterotróficas por encima de los valores normales, de acuerdo a la Norma Nacional Boliviana.(9)

Pauta y Chan, en el 2012, evidencia que los índices convencionales miden un riesgo sanitario a corto plazo, puesto que se investigó la presencia de organismos patógenos; en

cambio la presencia de plaguicidas, cuando no se aplican sistemas de tratamiento específicos para su remoción, representan un riesgo químico a largo plazo, debido al consumo continuo de pequeñas dosis de estas sustancias con propiedades acumulativas y con efecto tóxico en la salud de la población. (10)

Taylor y Cordón en el 2017 , realizaron una investigación en la Región Autónoma de la Costa Caribe Nicaragüense, analizaron 9 parámetros como lo indica el ICA, oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbidez, demanda bioquímica, nitratos, fosfatos, sólidos totales disueltos; despuntando dos parámetros (pH y DBO5), como los que están alterando la calidad, desde el punto de vista bacteriológico *coliformes fecales* y *E. coli* , datos que presentaron una contaminación muy alta en el agua analizada, establecieron medidas preventivas y de mitigación para mejorar la calidad del recurso hídrico en la comunidad de Kamla, lo que redundará en mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad. (11)

Rodríguez y Pérez en el 2008 con su estudio sobre el índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación; indican que la aplicación de índices de calidad del agua (ICA), es una metodología que aporta información reproducible sobre los atributos del agua y una alternativa para dictaminar un cuerpo de agua sin recurrir a recopilaciones estadísticas de las tendencias, variable por variable y sitio por sitio. Entre los parámetros que se utilizan para establecer si la calidad del agua es adecuada para un fin específico, está la cuantificación de microorganismos que tienen las cualidades necesarias para ser utilizados como indicadores de contaminación microbiológica. Estos organismos contenidos en el agua están asociados con los aportes de aguas residuales, y su importancia se relaciona con los riesgos que para la salud representa la propagación de enfermedades infecciosas. (12)

Benazir, Pérez y Álvarez, en el 2018, en la laguna de milagros en Perú, realizaron un estudio de la calidad de agua, mediante la aplicación del Índice de calidad del agua establecida por la National Foundation de Estados Unidos (NFS), determinaron que la contaminación del agua fue por el uso de fertilizantes en el área, actividades de pastoreo de ganado, que afectaron la conservación del ambiente acuático y aprovechamiento. (13)

La determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos y físico-químicos en el río Pajan, Manabí, Ecuador, en el 2018, indican que es que la mala gestión de las

actividades que se llevan a cabo alrededor de la laguna” Los Milagros” empeora a la calidad del agua, y por ende a la conservación y al uso de esta área protegida, lo que afecta indirectamente a las actividades turísticas que existen, derivadas estas de diligencias recreacionales. (14)

La evaluación de la calidad ecológica del agua en la cuenca alta del río Imaza (Perú), en el 2018, fue realizado por Corroto, Yalta, Vásquez y Gamarra; la investigación tuvo como objetivo evaluar integralmente la calidad fisicoquímica y biológica de la cuenca alta del río Imaza, con la idea de conocer la calidad ecológica en la que se encuentra. Se realizaron análisis fisicoquímicos a lo largo de 14 estaciones de muestreo, cuyos resultados constataron la contaminación existente en el área y las principales causas de la misma.

## **2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO**

Las “Guías para la calidad del agua” propuesta por la OMS, menciona la necesidad de calcular los valores de referencia para sustancias tóxicas en el agua destinada a consumo humano.(15)

### **2.2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

“La contaminación del agua se debe a la presencia de varios contaminantes en ríos, lagos, arroyos y estuarios en cantidad y tiempo suficiente para perjudicar la salud de los seres humanos y el ambiente” (16)

#### **2.2.1.1 PRINCIPALES AGENTES CONTAMINANTES DE AGUA:**

##### **Microrganismos Patógenos**

“Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc.”(17)

### **Desechos Orgánicos**

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.(18)

### **Sustancias Químicas Inorgánicas**

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.(17)

### **Compuestos Orgánicos**

“Los compuestos orgánicos se incluyen moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos”.(19)

### **Sedimento y materiales suspendidos**

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.(20)

### 2.2.2 INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los índices de calidad del agua son una herramienta que permite valorar la calidad del recurso hídrico. Sanitation Foundation de los Estados Unidos (WQINSF) mencionan varios parámetros que ayudara a determinar la calidad del agua.

**Tabla 1:** Parámetros utilizados en el índice de calidad del agua ICA

PARAMETRO	PESO (WI)	PARAMETRO	PESO (WI)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	5.0	Nitrógeno en nitratos ( $\text{NO}_3^{-1}$ )	2.0
Oxígeno disuelto	5.0	Alcalinidad	1.0
Coliformes fecales	4.0	Color	1.0
Coliformes totales	3.0	Dureza total	1.0
Sustancias activas al azul de metileno	3.0	Potencial de Hidrógeno (pH)	1.0
Fosfatos totales ( $\text{PO}_4^{-3}$ )	2.0	Cloruros ( $\text{Cl}^{-1}$ )	0.5
Conductividad eléctrica	2.0	Sólidos suspendidos	1.0
Grasas y aceites	2.0	Sólidos disueltos	0.5
Nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ )	2.0	Turbiedad	0.5

**Fuente:** Comisión Nacional del Agua, 2000.

### 2.2.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICO EL AGUA

#### **El pH (potencial de hidrógeno):**

Es una característica del agua, se mide en una escala de 1 a 14. Si el pH del agua es menor que 7, será ácida, y si es mayor, se dirá que es un agua alcalina o básica. Del pH del agua depende en gran medida qué tipo de peces pueden vivir en dicho lugar. Un pH tan alto resulta bastante tóxico, ya que los efectos son parecidos al ácido, es decir, en materias habría oxidación y corrosión.(21)

**Oxígeno Disuelto:**

Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

Un adecuado nivel de oxígeno disuelto es necesario para una buena calidad del agua. El oxígeno es un elemento necesario para todas las formas de vida. A menor concentración, mayor presión. Niveles de oxígeno que continúan debajo de 1-2 mg/l por unas pocas horas pueden resultar en grandes cantidades de peces muertos.(21)

**Conductividad:**

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro rango de 0,5 a 3  $\mu$ Siemens/cm (un  $\mu$ S1 es la millonésima parte de un Siemens). La conductividad de agua dulce generalmente es baja, variando entre 250 y 1000  $\mu$ S/cm.(21)

**Temperatura:**

El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. Las altas temperaturas aceleran el metabolismo (la actividad) de las bacterias descomponedores, hongos, protozoos, algas, etc., que proliferan en el agua y sobre todo en los sedimentos.(21)

**Nitrato:**

La concentración de nitratos, se incluyó en el ICA-L para visibilizar el lavado de fertilizantes y por su capacidad para favorecer los procesos de eutrofización antropogénica. En algunas ocasiones, cuando se tienen pH básicos, puede resultar conveniente sustituir esta concentración por la suma de nitrato y nitrógeno amoniacal, particularmente en condiciones anaerobias. (22)(12)

**Sólidos:**

Esta variable se incorporó en el ICA-L para evaluar el efecto sobre el agua, de la erosión ocasionada por las prácticas agrícolas y el acarreo de material durante la escorrentía de aguas de lluvia o de regadío. Los sólidos generan problemas de contaminación y, la sedimentación puede formar deltas aguas arriba del reservorio y hasta destruir hábitats para los organismos acuáticos al disminuir la columna de agua. Además, existe una estrecha relación entre la concentración de los sólidos suspendidos y la calidad del agua, debido a su capacidad de adsorción de contaminantes como plaguicidas y nutrimentos, al control que ejercen sobre la turbiedad del agua y a su absorción de calor que aumenta la temperatura del agua. (12) (23) 22)

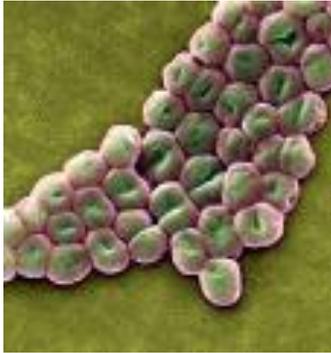
**2.2.4 Microorganismos**

Los microorganismos son organismos vivos no visibles a simple vista, estos seres pueden ser muy diversos e ir de células eucariotas a quimioheterotrofas cuando poseen membranas y organelos (hongos, algas) hasta células procariotas cuando poseen una estructura relativamente sencilla (bacterias).

La temperatura y el pH son vitales en el medio ambiente en que se encuentra la bacteria, Se ha observado que la actividad de las bacterias se duplica por cada 10°C de incremento en la temperatura hasta que se alcanza un límite de temperatura en el cual la bacteria ya no sobrevive. De acuerdo al rango de temperatura en el cual la bacteria tiene su máximo desarrollo, las bacterias pueden ser clasificada como: criofílicas, mesofílicas y termofílicas. El pH de la solución también es determinante en el desarrollo y crecimiento de los microorganismos. La mayoría de los microorganismos pueden tolerar ambientes de pH mayor a 9.5 o menor a 4.0, pero el rango óptimo de pH para que las bacterias comunes cumplan apropiadamente sus funciones es de 6.5 a 7.5.(24)

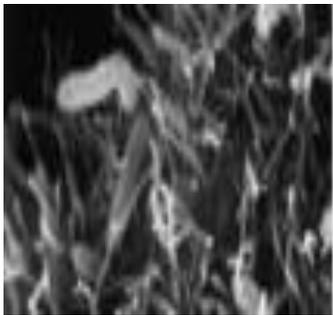
### 2.2.4.1 Bacterias presentes en el agua dulce

**Tabla 2.** Bacterias presentes en el agua dulce



**Gráfico 3:** *Acinetobacter*

Son bacterias típicas de suelo, agua, y aguas negras, se han encontrado en 97% de muestras de aguas superficiales. Son microorganismos comensales, viven y se multiplican en organismos vivos sin causar perjuicio ni aportar beneficios. Ocasionalmente pueden causar infecciones, como de las vías urinarias, neumonía, meningitis secundaria o infecciones de heridas o de las vías urinarias. Los brotes de infección han sido asociados a baños de agua y humidificadores de aire, principalmente por la inhalación y no por la ingestión.(25)



**Gráfico 4** *Aeromonas*

Son pobladores normales de agua dulce y se encuentran en el agua, suelo, numerosos alimentos, particularmente en carne y leche. Pueden causar infecciones en humanos, incluyendo septicemia especialmente en pacientes con un sistema inmunológico debilitado. No es causante de diarrea. Las infecciones de heridas están asociadas a suelos contaminados y actividades acuáticas.(25)



Gráfico 5 *Bacillus*:

Son bacterias que producen esporas especialmente resistentes a condiciones adversas. Aunque la mayoría de *Bacillus* son inofensivas, algunas son patógenas para los humanos y animales como el *Bacillus anthracis* que causa el ántrax. Pueden causar envenenamiento a través de alimentos contaminados, con vómito después de 1 a 5 horas de su ingestión, otras cepas causan diarrea después de 10 a 15 horas. (25)



Gráfico 6: *Campylobacter*

Es una bacteria que causa gastroenteritis aguda a nivel mundial, causando diarrea severa en las personas infectadas. El periodo de incubación es de 2 a 4 días apareciendo síntomas como dolor estomacal, diarrea, vómito, fiebre y escalofríos.(25)



Gráfico 7. *Enterobacter sakazakii*

Es una bacteria que ha sido encontrada como contaminante en la leche de fórmula para bebés. Está asociada con brotes de sepsis, meningitis y enterocolitis. La mayoría de las infecciones se observa en niños de bajo peso al nacer o prematuros. (25)



Gráfico 8. *E. coli*:

Es parte de la flora intestinal normal de los humanos y animales. Sin embargo, en otras partes del cuerpo, *E. coli* puede causar enfermedades como infección de las vías urinarias, bacteremia (presencia de bacterias en la sangre que normalmente es estéril), y meningitis.(25)



Gráfico 9. Las bacterias del género *Klebsiella*

Son bacterias oportunistas que afectan a los pacientes de hospitales, especialmente en aquellos con un sistema inmunológico comprometido como personas seniles o los infantes, los que tienen quemaduras severas o los que se tratan con terapias inmunosupresoras o los que cursan con VIH/SIDA. *Klebsiella* coloniza típicamente ambientes naturales de agua y se multiplica en presencia de nutrientes, como fábricas de papel, textil o caña. En redes de distribución de agua potable, pueden colonizar los empaques de hule de las llaves. *Klebsiella* típicamente causa infecciones nosocomiales o intrahospitalarias, no es causa de infección gastrointestinal. (25)



**Gráfico 10:** *Leptospira*

Son espiroquetas (bacterias con células alargadas y enrolladas helicoidalmente), que producen leptospirosis que ocurre a nivel mundial. Generalmente no es grave, pero en ciertos casos puede causar fiebre, dolor de cabeza, dolor muscular, ojos rojos, dolor abdominal, hemorragias en la piel y membranas mucosas. El agua contaminada con orina, particularmente de ratas y ganado es un importante reservorio de estas bacterias.(25)

---

**Elaborado:** Investigadora

La investigación se basó en las siguientes normas, leyes, reglamentos, ordenanzas:

## **LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA.**

### **Convenio sobre la Diversidad Biológica**

El Convenio sobre Diversidad Biológica (Aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas, en Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992; firmado por Ecuador, el 9 de junio de ese mismo año), en el inciso noveno del “Preámbulo”, dice:

“Cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica, no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas, como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esas amenazas.(26)

### **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**

De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas

**Art. 16.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

### **Título III Derechos, Garantías y Obligaciones**

#### Capítulo I Derecho Humano Al Agua

**Artículo 57.-**Definición. El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Forma parte de este derecho el acceso al saneamiento ambiental que asegure la dignidad humana, la salud, evite la contaminación y garantice la calidad de las reservas de agua para consumo humano

#### **Capítulo II Uso y aprovechamiento del agua subterránea y acuíferos**

##### Sección Sexta Aprovechamiento Turístico y Termal

**Artículo 115.-** Aprovechamiento turístico del agua. El agua utilizada en actividades turísticas recreacionales permanentes, deberá contar con la autorización de aprovechamiento productivo otorgado por la Autoridad Única del Agua, de conformidad con los requisitos, condiciones y procedimientos establecidos en esta Ley y su Reglamento. Al efecto, la Autoridad Única del Agua coordinará con la Autoridad Nacional de Turismo.

## **INEN**

### **CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS**

#### **Norma Técnica Ecuatoriana**

##### **Nte Inen 2169:2013**

##### **Primera Revisión (27)**

##### **Literal 3.14** Manejo y conservación:

- Tipos de recipientes
- Recipientes para análisis químicos.

(Ampliado en el Anexo 1)

##### **Literal 4.1** Muestreo:

- Llenado del recipiente
- Transporte de muestras
- Recepción de las muestras en el laboratorio

##### **Literal 5:** Rotulado.

(Ampliado en el Anexo 1)

### **NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA**

#### **LIBRO VI ANEXO 1**

##### **3.1** Criterios de calidad por usos.

(Ampliado en el Anexo 2)

### **CEPAL: DIAGNÓSTICO DE LA ESTADÍSTICA DEL AGUA EN ECUADOR**

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología fue creado mediante Decreto Supremo No. 3438 del 15 de mayo de 1979. Su misión es asegurar la generación y disponibilidad de información confiable y oportuna especialmente de carácter hidrológico, meteorológico, de calidad del agua de contaminación de los cuerpos de agua y de usos del agua, necesaria para procesos de toma de decisiones en los ámbitos público y privado en los cuales dicha información es de vital importancia.

### **2.3 HIPÓTESIS**

Ho – El agua de la laguna de Yambo cumple con las características físico – químicas y bacteriológicas según el Texto Unificado de la Legislación ambiental secundaria para el medio ambiente TUSMAL, anexo 1, norma de calidad ambiental descarga de efluentes y OMS.

H1 – El agua de la laguna de Yambo no cumple con las características físico – químicas y bacteriológicas según el Texto Unificado de la Legislación ambiental secundaria para el medio ambiente TUSMAL, anexo 1, norma de calidad ambiental descarga de efluentes y OMS.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

##### **ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación fue orientada al enfoque cuantitativo, ya que el estudio se basó en la recolección y análisis del agua de la laguna de Yambo, en seis puntos distintos en un período de seis meses, identificando a los agentes bacterianos que pueden producir varias enfermedades a quienes se beneficien del agua de la laguna.

##### **MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

###### **Investigación campo:**

Según Rodríguez (2002) menciona que:

La técnica de campo es el proceso que permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social, o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas, se la realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio.

La investigación se realizó en la laguna de Yambo donde se tomaron las muestras del agua, posterior las muestras fueron procesadas en el área de microbiología, en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato.

### **3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

Explicativa de tipo, cuasi experimental (28), es un conjunto estrategias de investigación conducentes a la valoración del impacto ambiental y, por ende, al estudio de los eventuales cambios que pueden ocurrir y por ello detectarse sujetos a esta (s) intervención (es) en función del tiempo, en circunstancias en que no existe. (29)

### **3.3 SELECCIÓN DEL ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO**

**Campo:** Microbiología

**Área:** Bacteriología.

**Aspecto:** Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

**Objetivo de estudio:** Agua de laguna de la laguna de Yambo.

**Delimitación Espacial:**

Ubicación de la Laguna de Yambo

- **Provincia:** Cotopaxi
- **Cantón:** Salcedo
- **Parroquia:** Panzaleo
- **Longitud:** 078°35.127
- **Latitud:** 01°05.892
- **Altitud:** 2593 m.s.n.m
- **Extensión:** La laguna tiene una extensión 1100 metros de largo por 290 de ancho.



## **Infraestructura Vial De Acceso**

### Asfaltado

- Vía Quito - Latacunga (86 Km)
- Ambato - Latacunga (47 Km)

## **Clima**

Las características bioclimáticas de esta zona son similares a las que ocurren en regiones denominadas Húmedo Templado o Mesotérmico húmedo localizados en las estribaciones externas de los Sistemas montañosos de la Sierra, así como en el interior de las Hoyas del Callejón Interandino.

Para el análisis climático de la zona de estudio, se tomó en consideración los datos de la estación meteorológica de RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, la misma permite analizar parámetros climáticos como: temperatura, humedad relativa, precipitaciones, etc., lo que facilita la determinación de las características meteorológicas de la zona. La estación se encuentra a unos 8 minutos del cantón Salcedo.

## **Temperatura**

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de Rumipamba-Salcedo M 004, el sector presenta una temperatura media multianual de 17,1 ° C. Se observa que no existe una mayor variación entre promedios de cada mes.

## **Precipitación**

La estación de Rumipamba-Salcedo M 004, registra una precipitación anual mínima acumulada de 372 mm y máxima de 500 mm en los últimos 30 años según los datos proporcionados por el Instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), con un promedio de 83 mm. Los meses más lluviosos son los de noviembre hasta mayo, mientras que los meses de menor precipitación con desde junio hasta octubre.(30)

### **Delimitación temporal:**

Se realizó durante un período de seis meses.

Se tomó en cuenta que el mes de mayo corresponde a un de los meses donde más llueve, también el mes de junio que es un mes de menos presentación, de acuerdo al INAMHI.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

No aplica población y muestra por cuanto se va a realizar un análisis físico- químico y bacteriológico de la laguna de Yambo, perteneciente a la provincia de Cotopaxi, de la cual se van a tomar muestras de agua considerando indicadores de precipitación, temperatura, profundidad, puntos cardinales de la laguna, altitud, longitud.

#### **Muestra:**

La cantidad de muestra necesaria para un análisis físico-químico es de aproximadamente 1000 ml (1 litro) como mínimo. Para el análisis bacteriológico, se utilizarán frascos con capacidad de 250 a 300 ml, de plástico o vidrio, esterilizados, con tapa hermética y en lo posible de boca ancha.(31)

### **3.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

No se considera criterios de inclusión y de exclusión, porque no es pertinente en el tipo de estudio que se está llevando a cabo.

### **3.6 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

A continuación, en el gráfico 12, se puede apreciar los puntos de donde se tomaron las muestras para el análisis.



**Gráfico 12.** Ubicación de los puntos para el muestreo  
**Elaborado:** Investigadora

### 3.7 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS

Para la toma de muestra , se tomó en cuenta 6 puntos, al norte (cerca del afluente que abastece al sistema lacustre), sur (cerca de la entrada alternativa), este (junto a la montaña más alta que esta al redor de la laguna) y oeste (frente del mirador ), dos puntos en el centro de la laguna; en la mañana a las 8:00 - 10:00 am y en la tarde de 16: 30 – 18:00 pm, todas las muestras se recogieron a un profundidad de 200 cm.

**Tabla 3:** Puntos para la toma de muestra

<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Altitud Msnm</b>	<b>Profundidad (Cm)</b>	<b>Hora</b>	<b>Parámetro climatológico INAMHI</b>	<b>COORDENADAS</b>
Punto 1	2437	200 cm	<b>Toma 1:</b> 8:00 am	<b>Mayor precipitación</b> Mes de Mayo	Extremo norte, ubicada a 100 m de la orilla de la laguna, junto a la entrada principal y cerca del efluente superficial que abastece el sistema lacustre
			<b>Toma 2:</b> 16: 30 pm	<b>Menor precipitación</b> Mes de Junio	
Punto 2	2589	200 cm	<b>Toma 1:</b> 8:20 am	<b>Mayor precipitación</b> Mes de Mayo	Extremo oeste, ubicado a 555 m aproximadamente del lado norte de las orillas de la laguna y en frente del mirador que está en la panamericana principal
			<b>Toma 2:</b> 16: 40 pm	<b>Menor precipitación</b> Mes de Junio	
Punto 3	2589	200 cm	<b>Toma 1:</b> 8:30 am	<b>Mayor precipitación</b> Mes de Mayo	Centro oeste, a 50 m, del punto 2
			<b>Toma 2:</b> 16: 50 pm	<b>Menor precipitación</b> Mes de Junio	
Punto 4	2589	200 cm	<b>Toma 1:</b> 8:400 am	<b>Mayor precipitación</b> Mes de Mayo	Centro este, a 50 m, del punto 3
			<b>Toma 2:</b> 17:00 pm	<b>Menor precipitación</b> Mes de Junio	
Punto 5	2589	200 cm	<b>Toma 1:</b> 8:50 am	<b>Mayor precipitación</b> Mes de Mayo	Extremo este, ubicado a 386m aproximadamente del primer punto y junto a la montaña más alta que está alrededor de la laguna.
			<b>Toma 2:</b> 17: 10 pm	<b>Menor precipitación</b> Mes de Junio	
Punto 6	2569	200 cm	<b>Toma 1:</b> 9:15 am	<b>Mayor precipitación</b> Mes de Mayo	Extremo sur, ubicado a 314m aproximadamente de las orillas y del ingreso alternativo a la laguna
			<b>Toma 2:</b> 17: 30 pm	<b>Menor precipitación</b> Mes de Junio	

**Elaborado:** Investigadora

Este proceso se realizó en dos temporadas de acuerdo a los parámetros climatológicos de la INMHA y el espectrofotómetro HACH, la primera temporada el periodo lluvioso va de Noviembre hasta Mayo y la segunda temporada donde hay menor precipitación en el mes de Junio hasta Octubre.

### **Toma de muestra de agua de la laguna**

#### **Envase**

Según los análisis a realizarse se definirá el tipo de envase a utilizar. El mismo estará en función de la cantidad de muestra a tomar y de la necesidad de dejar (en análisis microbiológicos) o no (en la mayoría de los análisis) una cámara de aire, o un espacio para mezclas o para el agregado de algún reactivo que permita la conservación de la muestra.(31)

En el caso de que las muestras deban ser transportadas, debe dejarse un espacio del 1% de la capacidad del envase para permitir la variación de volumen debida a diferencia térmica.

En todos los casos debe asegurarse que el envase se encuentre limpio, sólo puede ser enjuagado con agua.(31)

1. El recipiente deberá ser destapado e inmediatamente sumergido a una profundidad de 200 cm.
2. Tomándolo del cuello, la boca del recipiente se orientará en sentido contrario a ella en caso de corriente, en caso de no existir corriente el recipiente se moverá en semicírculo.
3. Cerrar el envase, dejando un espacio de aire.
4. Se codificará y se coloca en el cooler.
5. Este procedimiento se realizó en la mañana y en la tarde.

## ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO PARÁMETROS A DETERMINAR

A continuación, en la tabla 5 se indica los parámetros que se determinaron en la investigación.

**Tabla 4:** Parámetros físicos- químicos para la caracterización del agua de la laguna de Yambo

Parámetros Físicos	Parámetros Químicos
Temperatura	pH
Solidos totales	Conductividad
Turbidez	Nitritos
	Cloruros
	Nitratos

**Elaborado:** Investigadora

Para el análisis de los parámetros antes enunciados se utilizó el equipo portátil multifuncional Hanna 19, con el que se obtendrá algunos parámetros como el pH, temperatura, conductividad eléctrica, solidos disueltos totales y el oxígeno disuelto, nitritos y nitratos.

### **Análisis Microbiológico:**

#### **Toma de muestra:**

Se utilizó frascos con capacidad de 250 a 300 ml, de plástico, esterilizados, con tapa hermética y de boca ancha. También se debe tener presente al seleccionar los envases que este tipo de muestras debe mantenerse refrigerada hasta su llegada al laboratorio y procesamiento. (31)

#### **Siembra en medio 3M petrifilm**

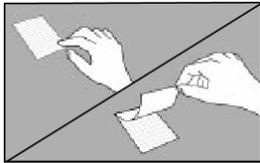
Este análisis se realizó para el recuento de bacterias mesófilas, coliformes totales y fecales, *Staphylococcus aureus*.

## Procedimiento para siembra:

A continuación, se describe el uso de las placas 3M petrifilm.

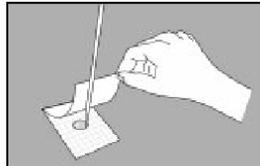
**Tabla 5:** Procedimiento para el uso de medios 3M Petrifilm

**1:** Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior.



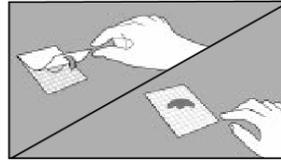
**Gráfico 13** Levantar la película superior

**2:** Con la Pipeta Electrónica 3MTM, o una pipeta equivalente perpendicular a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior.



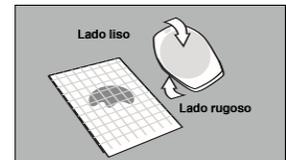
**Gráfico 14.** Uso de pipeta

**3:** Libere la película superior dejando que caiga sobre la dilución. No la deslice hacia abajo.



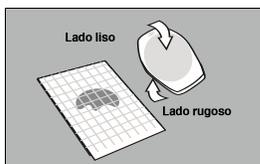
**Gráfico 15.** Cerrar la película superior

**4:** Con el lado rugoso hacia abajo, coloque el dispersor o esparcidor sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra.



**Gráfico 16.** Uso de dispersor

**5:** Presione suavemente el dispersor o esparcidor para distribuir la muestra sobre el área circular. No gire ni deslice el dispersor. Recuerde distribuir la muestra antes de inocular una siguiente placa.



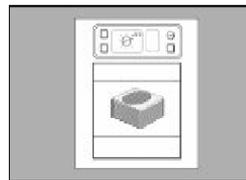
**Gráfico 17.** Dispersor

**6:** Levante el dispersor o esparcidor. Espere por lo menos 1 minuto a que se solidifique el gel y proceda a la incubación



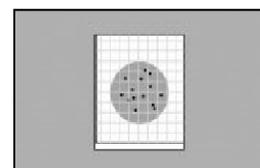
**Gráfico 18.** Tiempo del uso de dispersor

**7:** Incube las placas caras arriba en grupos de no más de 20 piezas. Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.(32)



**Gráfico 19.** Incubación

**8:** Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Consulte la “Guía de interpretación” para leer los resultados.(32)



**Gráfico 20.** Contaje

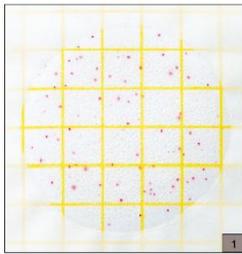
Elaborado: Investigadora

## Placas 3M petrifilm para de recuento de Aerobio:

### Fundamento:

Las Placas Petrifilm para Recuento de Aerobios (Aerobic Count AC) son un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene nutrientes del Agar Standard Methods, un agente gelificante soluble en agua fría, y un tinte indicador de color rojo que facilita el recuento de las colonias. Las Placas Petrifilm AC se utilizan para el recuento de la población total existente de bacterias aerobias en productos, superficies, etc.(32)

### Contaje de las colonias en medios Petrifilm



Recuento de bacterias aerobias =152

El tinte indicador rojo que se encuentra en la placa colorea las colonias para su mejor identificación. Cuento todas las colonias rojas sin importar su tamaño o la intensidad del tono rojo.(32)

**Gráfico 21 Recuento de bacterias aerobias =152**

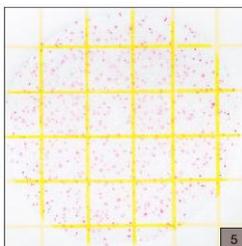


Recuento de bacterias aerobias = 0

La Placa Petrifilm para Recuento de Aerobios es de fácil interpretación.

**Gráfico 22 Recuento de bacterias aerobias = 0**

El gráfico 24 muestra una placa sin crecimiento de colonias.(32)



**Gráfico 23 Gran número de colonias**

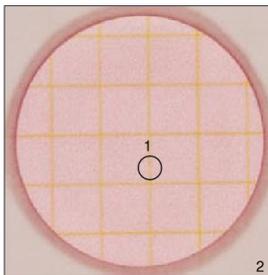
Determine el promedio de colonias en un cuadrado (1 cm<sup>2</sup>) y multiplíquelo por 20 para obtener el recuento total por placa. El área de inoculación de PetrifilmACes de 20 cm<sup>2</sup>.(32)

## Placas 3M petrifilm para el recuento *E. coli* y coliformes

### Fundamento:

Las Placas Petrifilm™ para el Recuento de *E. coli*/Coliformes (Placa Petrifilm EC) contienen nutrientes de Bilis Rojo Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias. La mayoría de las *E. coli* (cerca del 97%) produce betaglucuronidasa, la que a su vez produce una precipitación azul asociada con la colonia. La película superior atrapa el gas producido por *E. coli* y coliformes fermentadores de lactosa. Cerca del 95% de las *E. coli* producen gas, representado por colonias entre azules y rojo-azules asociadas con el gas atrapado en la Placa Petrifilm EC (dentro del diámetro aproximado de una colonia).(33)

### Contaje de las colonias en medio 3M Petrifilm para *E. coli* y coliformes



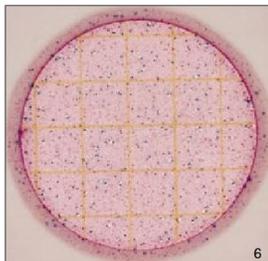
No crecimiento = 0

Observe el cambio de color del gel

Mientras el recuento de *E. coli* o coliformes aumenta, el color del gel se vuelve rojo oscuro o púrpura azulado.

Las burbujas del fondo son características del gel y no son el resultado del crecimiento de *E. coli* o coliformes. (33)

Gráfico 24 Crecimiento = 0

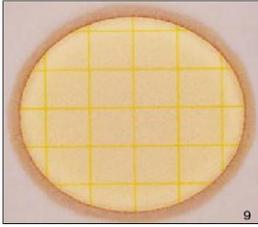


Recuento actual aprox.  $10^6$  ó  $10^6$

Las Placas Petrifilm EC con colonias que son MNPC, tienen una o más de las siguientes características:

Muchas colonias pequeñas, muchas burbujas de gas y el oscurecimiento del gel de un color rojo a un azul púrpura.(33)

Gráfico 25 Recuento = 106



**Gráfico 26 Recuento actual aprox de  $10^8$**

Recuento actual de  $10^8$  ó  $10^8$

Cuando un número alto de organismos no-coliformes, como las Pseudomonas, estén presentes en las Placas Petrifilm EC, el gel puede volverse amarillo.(33)

### **Placas Petrifilm Staph Express**

#### **Fundamento**

Para recuento de Staphylococcus aureus, se emplea, que contiene un agente gelificante soluble en agua fría. El medio modificado cromogénico Baird-Parker en la placa es selectivo y diferencial para el Staphylococcus aureus (S. aureus, STX). Las colonias rojo-violetas en la placa son S. aureus. Cuando solamente se aprecien colonias rojo-violeta, cuente las colonias y la prueba se habrá completado.(34)

#### **Tinción Gram:**

La tinción de Gram es una tinción diferencial empleada para la visualización de bacterias en muestras clínicas, se utiliza tanto para poder referirse a la morfología celular bacteriana, como para poder realizar una primera aproximación a la diferenciación bacteriana.

Se considera bacterias Gram positivas a las que se visualizan de color morado y Gram negativas aquellas de color rosa; en cuanto a la forma, son cocos aquellos que presentan una forma esférica se identificaron formas en racimos o en cadenas y bacilos los que tienen forma de bastones o varillas. (28)

## Técnica

1. Limpiar el portaobjetos, encender el mechero.
2. Colocar una pequeña gota de solución salina en el portaobjeto y posteriormente esterilizar el asa bacteriológica.
3. Tomar una pequeña muestra de la cepa y diluirla en el portaobjeto.
4. Dejar que la placa se seque al ambiente.
5. Colocar el portaobjeto sobre un soporte
6. Aplicar sobre el frotis seco
7. Fijar el frotis flameando 3 veces a la llama del mechero
8. Cubrir con cristal violeta el frotis, dejar actuar por un minuto (colorante primario). Lavar con agua corriente.
9. Aplicar el Lugol, dejar actuar por un minuto (fijador). Lavar con agua corriente.
10. Aplicar alcohol cetona, dejar actuar por 30 segundos (decolorante). Lavar con agua corriente.
11. Aplicar safranina básica, deje actuar por un minuto (colorante contraste). Lavar con agua corriente.
12. Dejar que la placa se seque y observar al microscopio con el lente de 100X utilizando aceite de inmersión. (28)

**Tabla 6.** Diferencia entre Gram positivo y Gram negativos

<b>Bacterias Gram Positivas</b>	<b>Bacterias Gram Negativas</b>
Poseen una pared celular interna y una pared de peptidoglucano. Peptidoglucano:	Poseen una pared celular más compleja:
Es un exoesqueleto que da consistencia y forma esencial para replicación y supervivencia de la bacteria.	<ul style="list-style-type: none"><li>• pared celular interna</li><li>• pared de peptidoglucano</li><li>• bicapa lipídica externa</li></ul>
No tiene membrana externa	Membrana externa: forma un saco rígido alrededor de la bacteria, mantiene estructura y es barrera impermeable a macromoléculas, ofrece protección en condiciones adversas

No tiene espacio periplasmático	Espacio periplasmático: espacio entre la superficie externa de la membrana citoplasmática y la interna de la membrana externa.
La red de mureína está muy desarrollada y llega a tener hasta 40 capas La penicilina mata a las gram positivas, ya que bloquea la formación de enlaces peptídicos entre las diferentes cadenas del peptidoglucano	La red de mureína presenta una sola capa La penicilina no mata a las Gram negativas, a causa de la capa de lipopolisacáridos situada en la parte externa de la pared celular.
No contiene LPS	Contiene LPS: estimulador de respuestas inmunes: activa células B, liberación de IL, FNT, IL 6 por macrófagos.
En la tinción de Gram, retienen la tinción azul	Quedan decoloradas.
Conservan el complejo yodo colorante	Pierden el complejo yodo colorante
Son esporulantes y no esporulantes, como Streptococcus, Cisteria, Frankia.	Pueden ser anaerobios o aerobios
Poseen otros componentes: ácidos teicoicos y lipoteicoicos, y polisacáridos complejos.	Poseen proteínas con concentraciones elevadas.(35)

**Elaborado:** Investigadora

## **Aislamiento de bacterias**

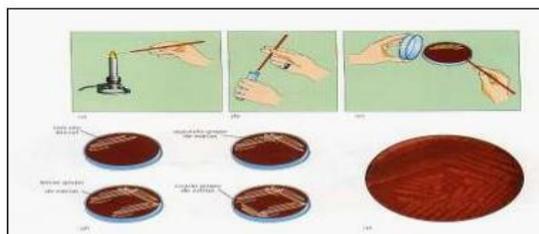
### **Siembra:**

En los medios de cultivo las bacterias se multiplican y es necesario esperar al menos 18-24 horas para visualizarlas. En términos generales todas las bacterias tienen unos requerimientos nutricionales imprescindibles para su crecimiento. Necesitan una fuente de energía, una fuente de carbono, una fuente de nitrógeno, algunas sales, oligoelementos y agua.(36)

### **Por agotamiento en superficie en una placa:**

1. Es el método más utilizado. Se prepara una placa Petri con el medio de cultivo a la que se le elimina el exceso de humedad según se indicó anteriormente.

2. Primero, se marca la parte exterior de la contratapa de acuerdo al esquema. Se carga el asa con la muestra, se deposita en un punto de la superficie del sector (I) cercano al borde, y se extiende en el mismo con estrías próximas y paralelas. A continuación, se quema el asa y se deja enfriar.
3. Se gira la placa 90 °, se pasa el asa una vez sobre la última estría de la región ya inoculada y se arrastra al sector (II).
4. Se quema nuevamente el asa y de la misma manera se estría el sector (III).
5. Luego de quemar el asa, en el sector (IV) se realizan estrías con el material que se arrastra de (III), más amplias y que terminan en el centro de la placa.(37)



**Gráfico 27:**Técnica de siembra por estrías (37)

### **Siembra en agar Sangre de cordero al 5%**

#### **Fundamento**

La infusión de músculo de corazón y la peptona, otorgan al medio un valor nutritivo, que permite el crecimiento de microorganismos nutricionalmente exigentes. El cloruro de sodio mantiene el balance osmótico y el agar es el agente solidificante. El agregado de 5-10 % sangre ovina defibrinada estéril, promueve el desarrollo de bacterias exigentes en sus requerimientos nutricionales. Permite distinguir la reacción de hemólisis, formación de halos amarillo translúcidos beta hemólisis, formación de halos verdosos alfa hemólisis y sin producción de hemólisis denominada hemólisis gama.(38)

### **Interpretación de los resultados en agar sangre de cordero 5%**

**Hemólisis alfa:** Lisis parcial de los glóbulos rojos se observó un halo de color verdoso alrededor de la colonia en estudio. Es debido a la oxidación de la hemoglobina a metahemoglobina (compuesto de color verdoso) por el peróxido de hidrógeno generado por los microorganismos. Estos microorganismos fueron sospechosos de corresponder a *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus viridans* (39)

**Hemólisis beta:** Lisis total de los glóbulos rojos. Se observó un halo claro, brillante alrededor de la colonia en estudio. Estos microorganismos fueron sospechosos de corresponder a *Staphylococcus aureus* o *Streptococcus pyogenes* (39)

**Hemólisis gamma:** Ausencia de lisis de los glóbulos rojos el medio de cultivo no presentó modificaciones de color y aspecto alrededor de la colonia en estudio. Siendo sospechosos de ser algunas especies de *Staphylococcus* como *Staphylococcus epidermidis* de la microbiota normal de la piel, otras especies de *Streptococcus* y *Enterococcus*.(39)

### **Siembra en agar Mac Conkey**

Este medio se utilizó 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, todas las especies de la familia Enterobacteriaceae crecen en este medio.

#### **Fundamento**

En el medio de cultivo las peptonas aportan 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 produjo 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 produjeron colonias incoloras.  
(40)

### **Interpretación de los resultados en agar Mac Conkey**

Las colonias fermentadoras de lactosa dieron un color rosado por el comportamiento del indicador de pH, de un tamaño pequeño, bordes regulares, las colonias no fermentadoras de lactosa son incoloras.

- Las colonias rosadas fermentadoras de lactosa son sospechosas de corresponder a *Escherichia coli*, *Klebsiella* o *Enterobacter*.
- Las colonias pálidas incoloras son sospechosas de ser *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus*, *Salmonella*.
- En el caso de cultivos que presentaron crecimiento tanto a las 24 o 48 horas, se realizó la identificación mediante pruebas bioquímicas.(40)

### **Pruebas Bioquímicas**

Las pruebas bioquímicas permiten determinar las características metabólicas de las bacterias objeto de identificación. Algunas de estas pruebas son técnicas rápidas, ya que evalúan la presencia de una enzima preformada y su lectura vara entre unos segundos hasta unas pocas horas. Otras pruebas requieren para su lectura el crecimiento del microorganismo con una incubación previa de 18 a 48h; a este grupo pertenecen la mayoría de las pruebas que detectan componentes metabólicos o aquellas que determinan la sensibilidad de un microorganismo a una sustancia dada tras cultivo en medios de identificación que contienen el sustrato a metabolizar.(36)

**Tabla 7 Pruebas bioquímicas para identificación de bacterias**

<b>Prueba</b>	<b>Fundamento</b>
<b>Triple Azúcar (TSI)</b>	El agar triple azúcar hierro contiene tres carbohidratos (glucosa, lactosa y sacarosa). Cuando dichos carbohidratos se fermentan, la producción resultante de ácido es detectada por el indicador rojo fenol. Se producen cambios de color: amarillo para la producción de ácido y rojo para la alcalinización.(36)
<b>Urea</b>	Determina la capacidad de un organismo de desdoblar la urea formando dos moléculas de amoníaco por acción del enzima ureasa. (41)
<b>INDOL</b>	Mediante esta prueba se detecta la liberación de indol en un cultivo bacteriano. Dicha liberación se debe a la degradación del aminoácido triptófano mediante el enzima triptófanasa.(36)
<b>Rojo de Metilo</b>	El rojo de metilo es un indicador de pH. Actúa entre pH 4,2 y 6,3 variando desde rojo (pH 4,2) a amarillo (pH 6,3). Mediante esta prueba se comprueba la capacidad de un microorganismo de producir y mantener estables los productos terminales Ácidos de la fermentación de la glucosa por la vía de la fermentación Acido-mixta.(36)
<b>Citrato</b>	Esta prueba sirve para determinar si un microorganismo es capaz de utilizar citrato como única fuente de carbono y compuestos amoniacales como única fuente de nitrógeno en su metabolismo, provocando una alcalinización del medio.(36)
<b>Malonato</b>	Pone de manifiesto la capacidad que poseen determinadas bacterias de utilizar el malonato de sodio como única fuente de carbono, con la consiguiente liberación del catión, que en presencia de iones agua produce alcalinidad. El aumento de la alcalinidad resultante hace que el azul de bromo timol cambie de verde a azul.(36)

<b>Sulfuro de Hidrógeno</b>	A partir del tiosulfato de sodio los microorganismos pueden generar ácido sulfhídrico que reacciona con el hierro presente formándose un compuesto de color negro.(41)
<b>Motilidad</b>	Se evidencia por el enturbiamiento del medio o por crecimiento que difunde más allá de la línea de siembra del microorganismo en estudio.(41)

---

**Elaborado:** Investigadora

### **Pruebas de Sensibilidad**

Se preparó un inóculo tomando con el asa esterilizada una colonia pura, después ajusto la turbidez equivalente al estándar 0.5 de la escala de Mc. Farland en caldo de Muller Hinton ajustado en cationes.

El medio de cultivo usado fue agar Muller Hinton, se colocó entre 25 a 30 ml de agar fundido en una placa Petri estéril de 100 mm produciendo un grosor del agar de 4mm según los estándares del CLSI.(42)

### **Preparación del inóculo**

Para realizar el inóculo se seleccionó de 4 a 5 colonias puras del microorganismo en estudio, debe ser de un cultivo puro no se debe utilizar cultivos de más de 24 horas de incubación.

Se debe preparar una suspensión en un tubo que contenga de 4 a 5 ml de un caldo adecuado este puede ser de Muller Hinton ajustado en cationes o de Trypticase-soya, luego transferir las colonias seleccionadas tocando la superficie de cada una con asa bacteriológica.

Incubar a 35°C hasta que alcance la turbidez del estándar por un tiempo de 2 a 8 horas, ajustar la turbidez del inóculo con solución salina estéril o caldo estéril hasta obtener una

turbidez equivalente al tubo 0.5 de la escala de McFarland. Correspondiente a  $1 \times 10^8$  Unidades Formadoras de Colonia por mililitro (UFC/ml). (42)

### **Siembra de la muestra**

1. El medio base para hacer el inóculo es en Agar Mueller Hinton.
2. Inocular la superficie del Agar Mueller Hinton por hisopado en tres direcciones y borde para asegurar una completa distribución del inóculo.
3. Colocar los discos sobre la superficie del medio con pinzas estériles aplicando una ligera presión sobre el agar.
4. Hay que diferenciar los discos que son de elección para ser reportados para tratamiento empírico los de selección son del grupo A especialmente en casos de pacientes ambulatorios
5. En una caja de 150 mm máximo se deben colocar 12 discos y en una caja de 100mm se deben colocar máximo 6 discos, no deben colocarse más cerca de 24mm entre discos, se debe evitar que los halos se sobrepongan cuando los discos están muy cercanos (42)

### **Interpretación de los resultados del antibiograma**

Los resultados obtenidos deben interpretarse con las tablas de la CLSI y de acuerdo a la lectura los organismos se informarán como sensibles, intermedios o resistentes.

**Sensible:** Cuando un aislado bacteriano es inhibido in vitro por una concentración de un antimicrobiano que se asocia a una alta probabilidad con el éxito terapéutico.

**Intermedio:** Cuando un aislado bacteriano es inhibido in vitro por una concentración de un antimicrobiano que se asocia a un efecto terapéutico incierto.

**Resistente:** Cuando un aislado bacteriano es inhibido in vitro por una concentración de un antimicrobiano que se asocia a una alta probabilidad con el fracaso terapéutico.(42)

### **3.8 ASPECTOS ÉTICOS**

No es pertinente, pues se trabaja con muestra de agua.

## CAPÍTULO VI

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4. TABULACIONES

##### 4.1 Evaluación de los componentes físico – químicos y bacteriológicos del agua de la laguna de Yambo

Para determinar la calidad del agua de la laguna de Yambo, se realizaron análisis físico-químico y bacteriológico en 6 puntos, en dos periodos de mañana y tarde.

Los valores obtenidos de los análisis de laboratorio se compararon con límites máximos y mínimos permisibles que establece el texto unificado de la legislación ambiental secundario para el medio ambiente, libro sexto, anexo uno, con el enunciado “norma de calidad ambiental y descarga de afluentes: recurso agua. (Anexo 1)(43).

##### 4.1.1 Componentes Físicoquímicos

Los valores obtenidos de los análisis de laboratorio se compararon con límites máximos y mínimos permisibles que establece el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundario para el Medio Ambiente, libro sexto, anexo uno, con el enunciado “norma de calidad ambiental y descarga de afluentes: recurso agua “.

**Tabla 8:** Resultados de las características físico – químicas del agua de la laguna de Yambo

Muestra	pH	T	Conductividad	Solidos				
				totales	Nitritos	Nitratos	Cloruros	Turbidez
PM1-1	8.59	17.5	1871	937	0.04	50.00	105.6	49.1
PM1-2	9.08	17.6	211	1057	0.03	49.00	105.4	49.1

PM1-3	9.09	17.3	2109	1055	0.02	47.00	105.3	49.4
PM1-4	9.07	17.3	2102	1053	0.02	47.00	105.3	49.8
PM1-5	9.02	17.6	1962	981	0.03	49.00	105.4	49.6
PM1-6	8.88	17.5	2024	1012	0.04	50.00	105.6	49.9
PT1-1	8.86	17.0	1826	917	0.07	51.00	107.1	52.5
PT1-2	9.10	17.1	2096	1050	0.05	49.00	106.9	51.8
PT1-3	8.97	16.9	2043	1023	0.06	48.00	106.7	51.6
PT1-4	9.12	16.9	2104	1053	0.06	48.00	106.7	50.9
PT1-5	9.20	17.0	1975	991	0.05	49.00	106.8	50.7
PT1-6	9.16	16.8	2101	1051	0.07	51.00	107.2	50.9
PM2-1	8.89	17.0	2095	1031	0.08	53.00	106.9	50.9
PM2-2	8.67	17.3	2052	996	0.06	51.00	106.8	52.6
PM2-3	8.98	17.2	1990	1035	0.07	49.00	106.7	52.2
PM2-4	8.88	17.2	2108	1051	0.07	49.00	106.8	52.2
PM2-5	8.89	17.4	2097	1047	0.06	51.00	106.9	52.1
PM2-6	8.80	17.3	1993	991	0.08	53.00	106.9	52.7
PT2-1	8.67	17.7	2095	1049	0.08	53.00	106.9	52.7
PT2-2	8.80	17.8	2052	1025	0.07	50.00	106.7	51.8
PT2-3	8.66	17.6	1990	997	0.05	49.00	106.5	51.8
PT2-4	8.88	17.6	2108	1053	0.05	49.00	106.5	51.9
PT2-5	8.92	17.5	2097	1050	0.07	50.00	106.7	52.1
PT2-6	8.84	17.7	1993	999	0.08	52.00	107.1	52.9
PM3-1	8.70	20.2	2120	1060	0.11	55.0	105.9	52.6
PM3-2	8.80	20.2	2011	1057	0.09	52.00	105.7	52.6
PM3-3	8.89	20.3	2105	1055	0.08	49.00	105.8	52.5
PM3-4	8.85	20.7	2108	1057	0.08	49.00	40.0	52.8
PM3-5	8.90	21.0	2066	1039	0.09	52.00	106.1	52.9
PM3-6	8.82	21.2	2057	1032	0.12	56.00	105.9	52.9
PT3-1	8.46	18.8	1802	902	0.12	54.00	106.3	52,8
PT3-2	8.87	18.6	2098	1047	0.09	52.00	106.6	52.9
PT3-3	8.91	18.7	2100	1050	0.08	48.00	106.2	52.9
PT3-4	8.90	18.8	2083	1052	0.08	48.00	106.2	52.7
PT3-5	8.89	18.2	2117	1059	0.09	52.00	106.5	52.8

PM4-1	8.56	18.9	2056	1046	0.12	56.00	108.1	53.2
PM4-2	8.69	18.3	2049	1048	0.10	55.00	107.9	53.2
PM4-3	8.89	18.9	2061	1056	0.09	52.00	107.00	53.1
PM4-4	8.66	18.7	2066	1050	0.09	52.00	107.1	53
PM4-5	8.75	18.7	2078	1052	0.10	55.00	107.1	52.9
PM4-6	8.74	18.8	2066	1051	0.12	55.00	108.1	52.9
PT4-1	8.91	18.6	2089	1039	0.12	55.00	108.2	52.8
PT4-2	8.63	18.5	1989	1066	0.11	54.00	108.1	52.8
PT4-3	8.78	18.6	2087	1069	0.09	55.00	108.2	52.9
PT4-4	8.79	18.7	2086	1059	0.09	54.00	108.1	53.3
PT4-5	8.90	18.8	2059	1054	0.11	54.00	107.9	51.9
PT4-6	8.63	18.7	2053	1040	0.12	56.00	108.0	51.9

**Elaborado:** Investigadora

En la investigación realizada y de acuerdo al primer objetivo planteado, determinamos los siguientes parámetros para la caracterización físico – químicas del agua de la laguna de Yambo. Encontrándose una temperatura promedio de  $18,25 \pm 1,15$ , mínimo de 16.80 y máximo de 21,20, un pH promedio de  $8,84 \pm 0.16$ , mínimo de 8,46 y máximo de 9,20, conductividad promedio de  $2008,29 \pm 2,75$  mínimo de 2110 y máximo de 2120, solidos totales promedio de  $1030,56 \pm 40,1$ , mínimo 902 y máximo 1069, nitrito con un promedio de  $0.7 \pm 0,2$  mínimo de 0.9 y un máximo 1.2, nitratos con un promedio de  $51,50 \pm 2,69$  mínimo de 47 y máximo de 56, cloruros con un promedio de  $105,35 \pm 9,66$  mínimo de 40

máximo de 108,20 y turbidez con un promedio de  $38 \pm 0.8$  mínimo de 36,50 y máximo de 40.

**Tabla 9.** Estadísticos descriptivos de los parámetros físico- químico

		Ph	Temp	Conduc.	S.totales	Nitritos	Nitratos	Cloruros	Turbidez
N	Válidos	48	48	48	48	48	48	48	48
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		45.4563	47.1602	2008.2917	1030.5625	.0775	51.5000	105.3542	60.8313
Mediana		8.8800	18.7000	2066.0000	1049.5000	.0800	51.5000	106.7000	52.5000
Moda		8.89	18.70	2066.00 <sup>a</sup>	1050.00	.08 <sup>a</sup>	49.00	106.70 <sup>a</sup>	52.90
Desv. típ.		177.43783	60.85939	275.02448	40.12210	.02935	2.69752	9.66903	69.28185
Rango		882.54	167.81	1909.00	167.00	.12	9.00	68.20	528.00
Mínimo		8.46	8.19	211.00	902.00	.00	47.00	40.00	.00
Máximo		891.00	176.00	2120.00	1069.00	.12	56.00	108.20	528.00
a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.									

#### 4.1.1.1 Temperatura

Del total de 48 muestras obtenidas, 42 muestras se hallaron dentro del rango normal de temperatura que representa el 85.7 %, mientras que 6 muestras se hallaron sobre el rango normal que representa el 12.2 %. (Tabla 11). El rango que temperatura se estableció de acuerdo a TULSMA libro VI, anexo 1, que indica, los valores de temperatura serán de acuerdo a las condiciones naturales + 3 grados centígrados según la temperatura establecida en el lugar. Este parámetro es necesario determinarlo ya que las altas temperaturas aceleran el metabolismo.(43).

**Tabla 10 .** Temperatura del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Normal	42	85.7	87.5	87.5
	Alta	6	12.2	12.5	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Según criterios desarrollados para el ICA-L, indica que la temperatura afecta los procesos físicos, químicas y biológicos por tanto repercute en la contaminación.

Espinal, Sedeño y López, realizaron la evaluación de calidad del agua en la laguna de Yuriria, para dos épocas 2005, 2009-2010, uno de los parámetros analizados fue la temperatura, indicando que durante aquellos periodos el valor de la temperatura superficial del agua no tuvo una variación significativa.(8)

Coll, Cortés y Desirée en su estudio realizado en el 2004 en laguna de Gandoca (44); y López, Scott, en su estudio realizado en el 2018 en la laguna de Tampamachoco, determinaron que los valores de temperatura superficial obtenidos no presentaron mayor variación en cuanto al clima del lugar donde se realizó (45), igual que la investigación realizada en la laguna de Yambo donde para la toma de 6 puntos de la laguna en la mañana y en la tarde, los valores que se obtuvieron presentaron una ligera variación, esta variación estaría en dependencia al clima.

#### **4.1.1.2 pH**

Del total de 48 muestras que representó el 100 %, 3 muestras tuvieron un pH normal que representa el 6.1 %, 45 muestras tuvieron un pH alcalino lo que representa el 98%. El rango de pH se estableció según TULSMA, libro VI, anexo 1, que indica que el valor normal de pH, es de 6.5 a 8.5.(43) Este valor indica que es óptimo para la subsistencia de varios sistemas biológicos, los valores que se hallen inferiores a 6.5 y mayores a 8.5,

dificultaran de gran manera el desarrollo de la vida acuática, el 98% de las muestras analizadas tuvieron un pH alcalino, debido a las algas que se encuentran al fondo de la laguna. Según las normas de la OMS indica que, aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua.(46)

**Tabla 11.** pH del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Normal	3	6.1	6.3	6.3
	Alcalino	45	91.8	93.8	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Ayora en el 2010 indica que el pH del agua se debe sobre todo el equilibrio carbónico y a la actividad de los microorganismos acuáticos.(47)

Espinal, Sedeño y López (2013), López, Scott (2018), Castillo y Romero (2018), en su estudio registraron valores de pH alcalino, igual que la investigación realizada en la laguna de Yambo, este parámetro tuvo resultados similares, estos resultados obtenidos indicaron que pude desarrollarse vida acuática, cabe mencionar que valores de pH elevados no se usa para el consumo ya que puede provocar irritación de las mucosas. (48) (45) (49)

#### 4.1.1.3 Conductividad

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 97.9% tuvo valores elevados, mientras que el 2.1%, estuvieron bajos con relación al valor de referencia (tabla 12). El rango de conductividad, es de 250 a 1000 Us. Un valor elevado, provocaría que el contenido de sólidos disueltos se halle sobre lo normal, como se comprobó en la investigación, el agua al tener muchas partículas disueltas y en suspensión, incide en que pierda su transparencia produciendo turbidez y un impacto en el ecosistema ya que

afecta a la fotosíntesis, la respiración y reproducción de la vida acuática, lo valores límites se estableció según TULSMA, libro VI, anexo 1.(43)

**Tabla 12.** Conductividad del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Inferior (250-1000 uS)	1	2.1	2.1	2.1
	Superior (>1000 uS)	47	97.9	97.9	100.0
	Total	48	100.0	100.0	

**Elaborado:** Investigadora

Ayora (2010), indica que este parámetro es producido por los electrolitos que llevan disueltos en el agua.(47)

ICA-L menciona que este parámetro es indicativo de ingreso de fertilizantes inorgánicos, Castillo y Romero en el 2018, en su estudio realizado en Mayabeque, indican los valores de conductividad bajos, contrario a la investigación realizada en la laguna de Yambo, los valores obtenidos fueron superiores debido a la gran cantidad de solidos disueltos.(50)

#### **4.1.1.4 Solidos Totales**

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 20.4 % se hallaron bajo el rango establecido, el 77,6 % se encuentran elevados (tabla 13). El rango de solidos totales se estableció según TULSMA, libro VI, anexo 1, siendo este valor de 1000 ppm.(43)

Concentraciones de solidos totales demasiado altas o demasiado bajas, puede limitar o producir la muerte de la vida acuática.

**Tabla 13.**Sólidos Totales del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Inferior	10	20.4	20.8	20.8
	Elevado	38	77.6	79.2	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

La determinación de este parámetro según ICA-L, evalúa el efecto de la erosión ocasionada por las prácticas agrícolas y el acarreo de material durante la escorrentía de aguas de lluvia o de riego; en la investigación realizada en la laguna de Yambo, los valores obtenidos fueron elevados.

#### 4.1.1.5 Nitritos

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 77.6% estaban bajo el rango establecido, mientras que el 20.4 % se hallaron elevados (tabla 14). El límite de este parámetro se estableció según TULSMA, que indica un valor de 1 mg /l.(43). Los valores altos, correspondieron al punto uno, que fueron tomadas de la entrada principal (norte) donde existe una actividad agrícola, excretas que generan las aves van al lago, contaminándolo, como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares. (47)

**Tabla 14.** Nitritos del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Inferior	38	77.6	79.2	79.2
	Superior	10	20.4	20.8	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Lo nitritos presentes en agua indican contaminación de carácter fecal reciente, como menciona Ayora (2010).(47)

Un estudio realizado en la laguna de San Pablo y en la laguna Azul, indicaron valores bajos, al igual que la investigación realizada en la laguna de Yambo, aunque se tuvo en porcentaje muy bajo con resultados elevados. (51)

Desde el punto de vista fisiológico, implica toxicidad debido a su poder de transformar la hemoglobina en metahemoglobina incapacitando la fijación de oxígeno de tal forma impide la respiración celular. (47)

#### 4.1.1.6 Nitratos

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 49 % estaban elevados, el 32.7 % bajos y un 16.3%, se hallaron dentro de lo normal (tabla 15). El límite se estableció según TULSMA, libro VI, anexo 1.(43)

**Tabla 15.** Nitratos del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Normal	8	16.3	16.7	16.7
	Inferior	16	32.7	33.3	50.0
	Elevado	24	49.0	50.0	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

La presencia de este parámetro procede de la disolución de rocas y minerales, de la descomposición de materias vegetales y animales, de la utilización de abonos según Ayora (2010)

Yáñez (2018), Reátegui (2017), obtuvieron valores variados, al igual que la investigación realizada en la laguna de Yambo también se obtuvo una variación, aunque en su mayoría estaban elevados, esto se debe al uso de fertilizantes y a la actividad agrícola que se realiza en los alrededores de la laguna que de uno u otra forman llegan

hasta la laguna contaminándola. La presencia de nitrato está implicada con metaglobinemia y en diversos tipos de cáncer gástricos.(47)

#### 4.1.1.6 Cloruros

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 98% se hallaron sobre el rango establecido (tabla 16). El rango se estableció según TULSMA, libro VI, anexo 1, que indica que el rango de cloruros es de 250 mg/l. (43) Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en los sistemas de distribución, aunque variará en función de la alcalinidad del agua, lo que puede hacer que aumente la concentración de metales en el agua.(47)

**Tabla 16.** Cloruros del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Inferior	48	98.0	100.0	100.0
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Ayora (2010) indica que este parámetro sirve de señalar contaminación de carácter microbiológico patógeno e indeseable, la OMS menciona que las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales. En la investigación realizada en la laguna de Yambo valores obtenidos estuvieron bajo el rango establecido.(47)(46)

#### 4.1.1.6 Turbidez

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 83.7 % de los valores que se obtuvieron se hallaron elevados, el 2% inferior y el 6% dentro del rango (tabla 17). El rango de nitritos se estableció según TULSMA, libro VI, anexo 1, que indica un valor de

49 UTN (43). Los valores elevados, están relacionado con los sólidos disueltos, el agua al tener en suspensión una gran cantidad de partículas proveniente de la erosión de suelos y rocas, es corriente en época de lluvia, provocan la pérdida de transparencia haciéndola muy turbia.(47)

**Tabla 17. Turbidez del agua registrada durante la mañana y tarde, en la laguna de Yambo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Normal	6	12.2	12.5	12.5
	Inferior	1	2.0	2.1	14.6
	Elevado	41	83.7	85.4	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		

**Elaborado:** Investigadora

Un estudio realizado en Perú 2017, indicó valores elevados de este parámetro de laguna de igual que la investigación realizada en la laguna de Yambo. Estos valores elevados se debido a la gran cantidad de material suspenso, la lluvia y a las algas, que se hallan en la superficie, estas en su floración pueden provocar el incremento de turbidez.(47)

#### **4.1.2 Componentes bacteriológicos - crecimiento en medios 3M Petrifilm**

Los valores obtenidos de los análisis de laboratorio se compararon con límites máximos y mínimos permisibles que establece la OMS con el enunciado” Guías de calidad de agua, primer apéndice a la tercera edición volumen 1.(46)

Indican que se usan como microorganismos indicadores de calidad sanitaria los siguientes grupos: coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos, entre otros.

##### **4.1.2.1. Bacterias Aerobias**

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 98 % de los valores que se registraron se hallaron sobre el rango propuesto, el 8.2% inferior a este (tabla 18). El

límite de bacterias aerobias, se estableció según la OMS, que indica un límite de 200 UFC.(52)

**Tabla 18.**Bacterias Aerobias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Inferior	4	8.2	8.3	8.3
	Sobre pasa el limite	44	89.8	91.7	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Botero y colaboradores (2002), Silva, Ramírez (2004), mencionan que alrededor del 90% de muestras analizadas sobre pasan el valor establecido por la OMS, al igual que la investigación realizada en la laguna de Yambo donde para la toma de 6 puntos de la laguna en la mañana y en la tarde, los valores obtenidos fueron, elevados. (46)

#### 4.1.2.2. *Staphylococcus aureus*

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 98 % sin crecimiento bacteriano (tabla 19). El rango de *Staphylococcus aureus*, se estableció según la OMS. (46)(53)

**Tabla 19.** *Staphylococcus aureus*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sin Crecimiento	48	98.0	100.0	100.0
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

#### 4.1.2.3. *Escherichia coli*

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 98 % sin crecimiento bacteriano (tabla 20). El rango de *Escherichia coli*, se estableció según la OMS.(46)

**Tabla 20.** *Escherichia coli*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sin Crecimiento	48	98.0	100.0	100.0
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Pullés (2014), menciona que el 90% de las muestras analizadas no cumplían con el rango propuesto por OMS, ya que superan este. El estudio realizado en la laguna de Yambo no se observaron crecimiento de esta bacteria.(54)

#### 4.1.2.4. Bacterias Coliformes

Del total de 48 muestras, que representó el 100 %, el 89 % de los valores sobrepasaron el rango, el 8.2% inferior al valor establecido (tabla 21). El límite para la presencia de este tipo de bacterias, se estableció según la OMS, que indica valores de 200 UFC.(46)

El 10 % de estos microorganismos son intestinales tanto de los seres humanos y otros animales, además entre las especies que se han aislado de aguas, podemos mencionar a las pertenecientes a los géneros *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Gallionella*, *Enterobacteriaceae*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Bordetella*, *Neisseria*, *Moraxella* y *Acinetobacter*.(55)(56)(54)

**Tabla 21. Coliformes**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Normal	4	8.2	8.3	8.3
	Sobre pasa el limite	44	89.8	91.7	100.0
	Total	48	98.0	100.0	
Perdidos	Sistema	1	2.0		
Total		49	100.0		

**Elaborado:** Investigadora

Apella y Araujo (2005) en su estudio de Microbiología de agua, Conceptos básicos, mencionan que es necesario la determinación de la calidad del agua, sobre todo de los posibles microorganismos que pueden estar presentes ya que pueden afectar la salud de quienes estén en contacto con aguas contaminadas. (53)

### **Reporte de bacterianas identificadas del agua de la laguna de Yambo y su repercusión en la población**

La OMS indica que los coliformes incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. (46)

Para la identificación del tipo de bacteria, se tomó colonias a partir del medio 3M petrifilm para coli/ coliformes donde hubo más crecimiento bacteriano, se realizó pruebas bioquímicas, entre ellas estuvieron; TSI (triple azúcar: glucosa, sacarosa, lactosa), sulfuro de hidrogeno, gas glucosa, SIM (indol, motilidad), urea, malonato, citrato, rojo de metilo, con estas pruebas se pudo identificar las bacterias presentes en el agua de la laguna de Yambo.

**Tabla 22.** Pruebas Bioquímicas e identificación bacteriana

TSI	Gas			Motilidad	Urea	Malonato	S.Citrato	RM	Bacteria
	Glucosa	SH <sub>2</sub>	Indol						
K/A	+	+	-	+	+	+	+	+	<i>Proteus mirabili</i> (57)(58)(59)
A/A	+	-	+	+	-	-	-	+	<i>E. coli</i> (58)(59) (60)
K/A	+	-	-	+	-	+	-	-	<i>Hafnia alvei</i> (58)(59) <i>Klebsiella pneumoniae</i>
A/A	+	-	-	-	+	+	+	-	(58)(59) (61)

**Elaborado:** Investigadora

Las bacterias identificadas, son de importancia clínica, ya que pueden desencadenar varias patologías que afectaran a las personas que se beneficien del agua de la laguna de Yambo.

Se encontraron cuatro agentes bacterianos diferentes: *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *E. coli*, *Hafnia alvei*. Caracterizadas por ser bacterias oportunistas capaces se relacionan con infecciones, producen enfermedades a nivel del tracto digestivo, pueden causar daños entéricos y sistémicos, por poseer una estructura antigénica compleja y producir varias toxinas y otros factores de virulencia.(46)

**Tabla 23.** Bacterias identificadas y patologías asociadas

Bacteria	Enfermedades
<i>Escherichia coli</i>	Infección del sistema urinario, enfermedades diarreicas. bacteremia.
<i>Hafnia alvei</i>	Gastroenteritis, bacteremia, meningitis.
<i>Proteus mirabilis</i>	Bacteremia, infección a las vías urinarias, cistitis, pielonefritis.
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Bacteremia, contaminante u oportunista que invade una mucosa previamente lesionada..(15) (46)

**Elaborado:** Investigadora

### 4.3 Sensibilidad o resistencia de las bacterias identificadas en el agua de la laguna de Yambo

En el antibiograma aplicado a las bacterias identificadas en su mayoría presentaron resistencia natural, entendiéndose como un carácter constante de cepas de una misma especie bacteriana y es un mecanismo permanente, determinado genéticamente y sin correlación con la dosis de antibiótico.(62)

En la tabla 24, se describió los antimicrobianos usados para *E. coli*, se indica el punto de corte que presentó, la referencia según la CLSI 2018. (63) los resultados presentaron, sensibilidad, este resultado es óptimo ya que existiría una buena probabilidad de éxito terapéutico en el caso de un tratamiento a la dosis habitual. (64)

**Tabla 24.** Antibiograma para *E. coli*

Antibiótico	P. C.	CLSI	P.C. O	S	R
	S	R			
Ofloxacina	≥ 16	≤ 12	40	X	
Gentamicina	≥ 15	≤ 12	24	X	
Ceftriaxona	≥ 25	≤ 21	32	X	
Sulfatrimetroprim	≥ 16	≤ 10	34	X	
Cefepime	≥ 25	≤ 10	32	X	
Amicacina	≥ 17	≤ 14	22	X	
Cefuroxima	≥ 18	≤ 14	25	X	
Fosfomicina	≥ 16	≤ 12	20	X	
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	≥ 18	≤ 12	19	x	

**Elaborado:** Investigadora

PC: Punto de corte, CLSI: The Clinical and Laboratory Standards Institute; P.C.O: punto de corte obtenido; S: sensible; R: resistente; (-): sin halo.

En la tabla 25, se describe el antibiograma para *P. mirabilis*, los resultados presentaron, sensibilidad, este resultado es óptimo ya que existiría una buena probabilidad de éxito terapéutico en el caso de un tratamiento a la dosis habitual, sin resistencia intrínseca ante los antimicrobianos utilizados. (58)(62)

**Tabla 25** Antibiograma para *P. mirabilis*

Antibiótico	P. C.	CLSI	P.C. O	S	R
	S	R			
Ofloxacina	≥ 16	≤ 12	30	X	
Gentamicina	≥ 15	≤ 12	24	X	
Ceftriaxona	≥ 25	≤ 21	34	X	
Sulfatrimetroprim	≥ 16	≤ 10	28	X	
Cefepime	≥ 25	≤ 10	32	X	
Amicacina	≥ 17	≤ 14	22	X	
Cefuroxima	≥ 18	≤ 14	24	X	
Fosfomicina	≥ 16	≤ 12	20	X	
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	≥ 18	≤ 12	21	X	

**Elaborado:** Investigadora

En la tabla 26, se describe el antibiograma para *K. pneumoniae*, los resultados presentaron, sensibilidad, este resultado es óptimo ya que existiría una buena probabilidad de éxito terapéutico en el caso de un tratamiento a la dosis habitual, sin resistencia intrínseca ante los antimicrobianos utilizados. (58)(62)

**Tabla 26.** Antibiograma para *K. pneumoniae*

Antibiótico	P. C.	CLSI	P.C. O	S	R
	S	R			
Ofloxacina	≥ 16	≤ 12	24	X	
Gentamicina	≥ 15	≤ 12	22	X	
Ceftriaxona	≥ 25	≤ 21	34	X	
Sulfatrimetroprim	≥ 16	≤ 10	26	X	
Cefepime	≥ 25	≤ 10	30	X	
Amicacina	≥ 17	≤ 14	21	X	
Cefuroxima	≥ 18	≤ 14	23	X	
Fosfomicina	≥ 16	≤ 12	22	X	
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	≥ 18	≤ 12	23	X	

**Elaborado:** Investigadora

En la tabla 27, se describe el antibiograma para *H. alvei* los resultados presentaron, una resistencia intrínseca a un antibiótico (58), en su mayoría presentaron sensibilidad, este resultado es óptimo ya que existiría una buena probabilidad de éxito terapéutico en el caso de un tratamiento a la dosis habitual.

**Tabla 27.** Antibiograma para *H. alvei*

<b>Antibiótico</b>	<b>P. C. S</b>	<b>CLSI R</b>	<b>P.C. O</b>	<b>S</b>	<b>R</b>
Ofloxacina	≥ 16	≤ 12	32	X	
Gentamicina	≥ 15	≤ 12	24	X	
Ceftriaxona	≥ 25	≤ 21	32	X	
Sulfatrimetroprim	≥ 16	≤ 10	30	X	
Cefepime	≥ 25	≤ 10	32	X	
Amicacina	≥ 17	≤ 14	22	X	
Cefuroxima	≥ 18	≤ 14	24	X	
Fosfomicina	≥ 16	≤ 12	22	X	
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	≥ 18	≤ 12	-		X

**Elaborado:** Investigadora

Dentro del estudio realizado en la laguna de Yambo, se han identificado cuatro bacterias, en las muestras recogidas, donde algunas presentaron resistencia intrínseca también presentaron en su mayoría sensibilidad ante los antibióticos usados lo que es positivo en caso de que existirá una contaminación bacteriana por haber estado en contacto con el agua de la laguna.

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Se realizó una matriz de tabulación, recopilando los datos obtenidos de cada parámetro que se determinó, se realizó un promedio, media, moda, máximo, mínimo, de dicha media

se comparó con valores propuestos por TULSMA y la OMS, se procedió a realizar T de student, lo que nos permitió determinar si hay o no una relación, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de obtenidos en la laguna de Yambo con respecto a los valores de referencia, se calculó los grados de libertad mismos que la se menores a 0,05 rechazaría la hipótesis nula (65), cabe mencionar que la hipótesis se hizo por cada parámetro. Se obtuvo una significancia menor a 0.05 por lo que se rechazó la

hipótesis nula y solo un parámetro nos dio mayor a 0.05 por lo que aceptamos la hipótesis nula.

#### 4.4.1 pH

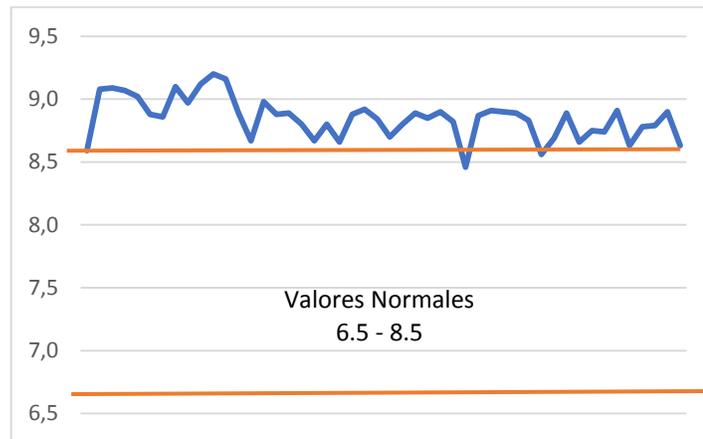
El parámetro de pH, presentó una  $P < 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de pH, obtenida en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

**Tabla 28.** Verificación de la hipótesis, parámetro de pH

Valor de prueba = 7.5						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
pH	1.482	47	.145	37.95625	-13.5663	89.4788

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 28, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras son alcalinas.



**Gráfico 28** Verificación de la hipótesis, parámetro de pH

**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.2 Temperatura

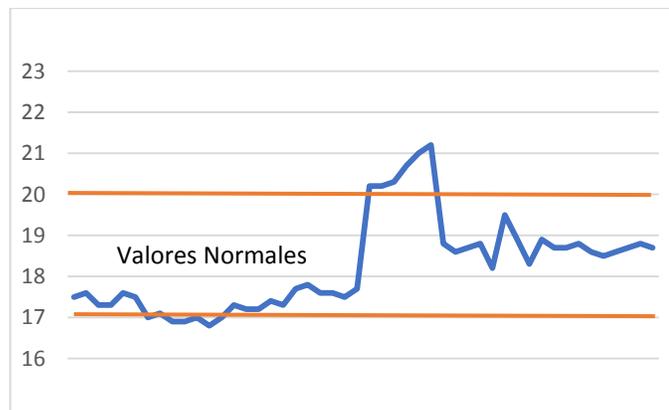
El parámetro de temperatura, presentó una  $P_x > 0.5$ , por lo que no se acepta la hipótesis nula, es decir que no hay diferencia significativa, entre los valores obtenidos en la laguna de Yambo respecto a TULSMA.

**Tabla 29** Verificación de la hipótesis, parámetro de temperatura

Valor de prueba = 18.5						
t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
				Inferior	Superior	
Temperatura	3.263	47	.002	28.66021	10.9885	46.3319

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 29, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores normales de temperatura.



**Gráfico 29.** Verificación de la hipótesis, parámetro de temperatura  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.3 Conductividad

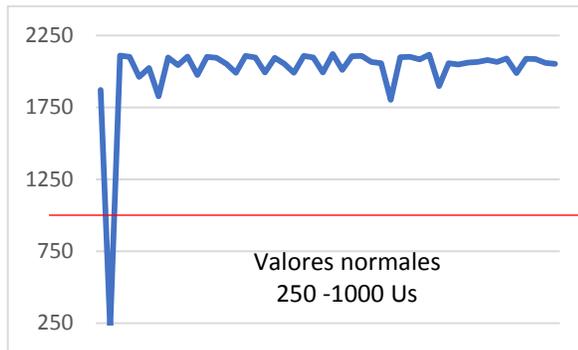
El parámetro de conductividad, presentó una  $P_x \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de conductividad, obtenida en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

**Tabla 30. Verificación de la hipótesis, parámetro de conductividad**

Valor de prueba = 625 Us						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Conductividad	34.847	47	.000	1383.29167	1303.4329	1463.1505

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 30, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores elevados.



**Gráfico 30.** Verificación de la hipótesis, parámetro de conductividad

**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.4 Sólidos Totales

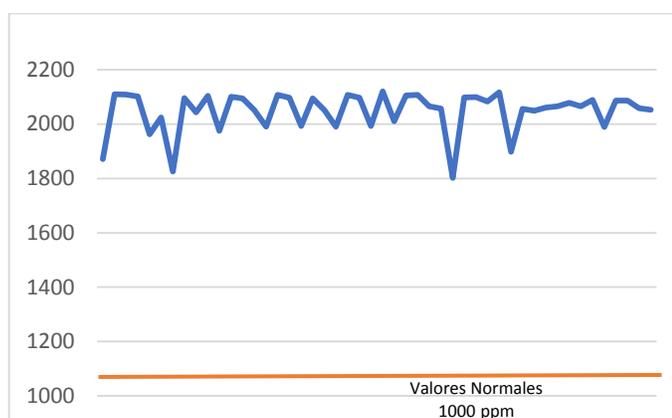
El parámetro de sólidos totales, presentó una  $P_x \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de sólidos totales, obtenida en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

**Tabla 31.** Verificación de la hipótesis, parámetro de solidos totales

Valor de prueba = 1000 ppm						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Solidos Totales	5.277	47	.000	30.56250	18.9123	42.2127

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 31, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores elevados de solidos totales



**Gráfico 31.** Verificación de la hipótesis, parámetro de solidos totales

**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.5 Nitritos

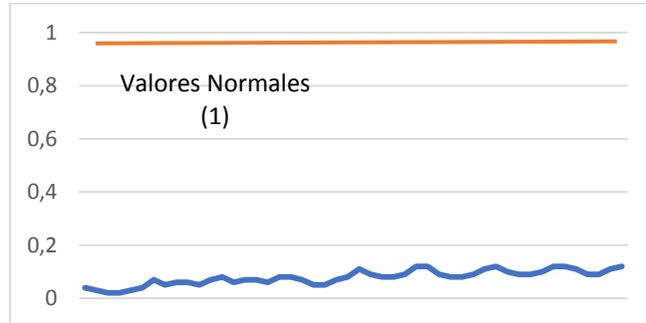
El parámetro de nitritos, presentó una  $P_x \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de nitritos, obtenida en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

**Tabla 32.** Verificación de la hipótesis, parámetro de nitritos

Valor de prueba = 0.2						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Nitritos	-28.912	47	.000	-.12250	-.1310	-.1140

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 32, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores bajos de nitritos.



**Gráfico 32.** Verificación de la hipótesis, parámetro de nitritos  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.6 Nitrato

El parámetro de nitratos, presentó una  $P_x \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de nitratos, obtenida en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

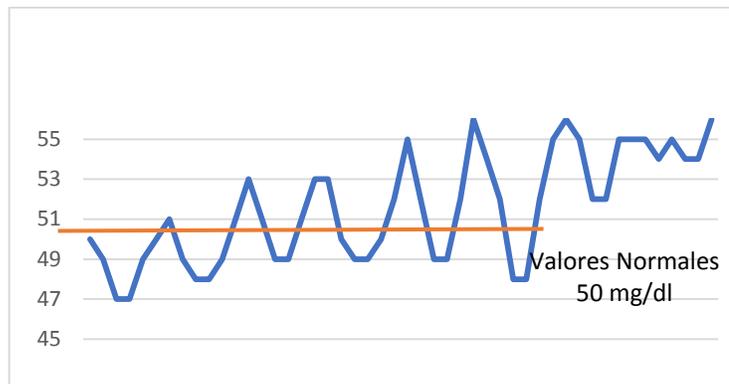
**Tabla 33.** Verificación de la hipótesis, parámetro de nitratos

Valor de prueba = 50 mg/dl						
			Diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
T	Gl	Sig. (bilateral)	de medias	Inferior	Superior	
3.853	47	.000	1.50000	.7167	2.2833	

Nitratos

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 33, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores bajos de nitritos.



**Gráfico 33.** Verificación de la hipótesis, parámetro de nitratos  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.7 Cloruros

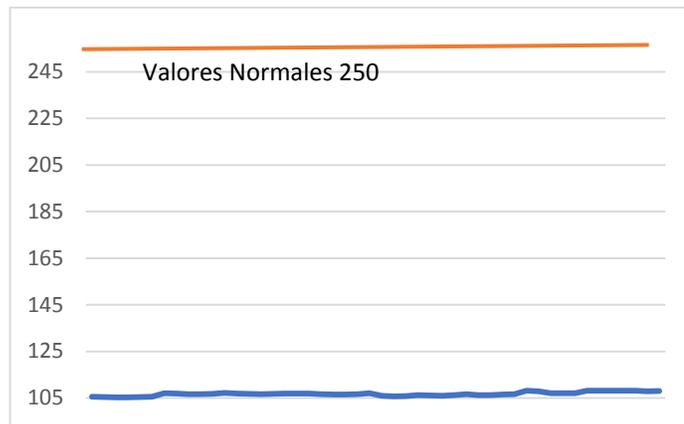
El parámetro de cloruros, presentó una  $P_{x} \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de obtenidos en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

**Tabla 34.** Verificación de la hipótesis, parámetro de cloruros

Valor de prueba = 250 mg/l						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Cloruros	-103.644	47	.000	-144.64583	-147.4534	-141.8382

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico34, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores bajos de cloruros.



**Gráfico 34.** Verificación de la hipótesis, parámetro de cloruros  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.8 Turbidez

El parámetro de turbidez, presentó una  $P_x > 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se acepta, es decir que no hay diferencia significativa, entre los resultados obtenida en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por TULSMA.

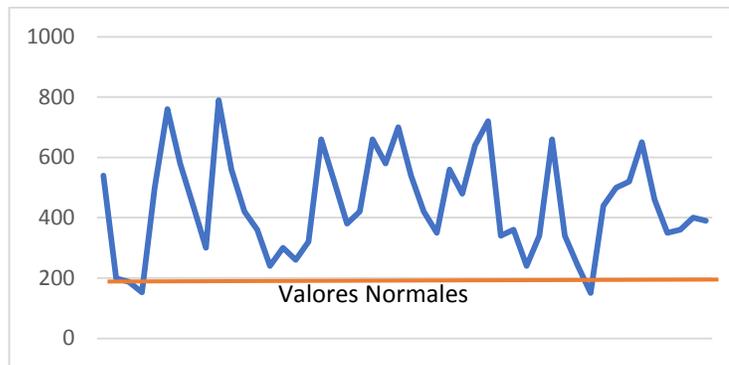
**Tabla 35.** Verificación de la hipótesis, parámetro de turbidez

		Valor de prueba = 49 UNT			95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Turbidez	1.183	47	.243	11.83125	-8.2861	31.9486

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 35, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras tienen valores elevados de turbidez.





**Gráfico 36.** Verificación de la hipótesis, parámetro de aerobios  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.10 Bacteria *S. aureus*

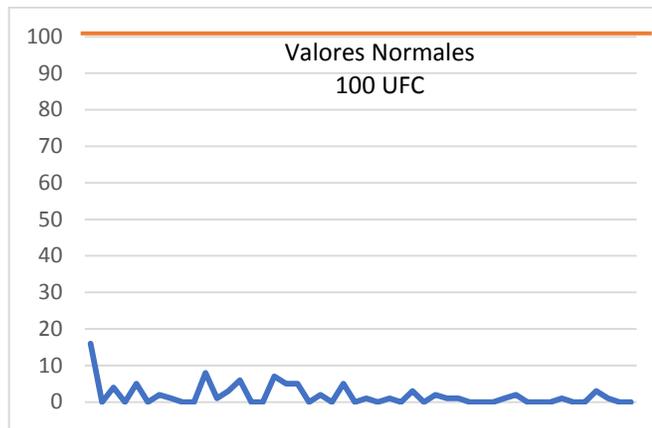
La presencia de bacterias *S. aureus*, presentó una  $P_x \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de obtenidos en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por la OMS.

**Tabla 37.** Verificación de la hipótesis, parámetro de *S. aureus*

t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
				Inferior	Superior	
<i>S.aureus</i>	-224.168	46	.000	-98.17021	-99.0517	-97.2887

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 37, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras que no hubo crecimiento bacteriano.



**Gráfico 37.** Verificación de la hipótesis, parámetro de *S. aureus*  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.11 Bacteria *E. coli*

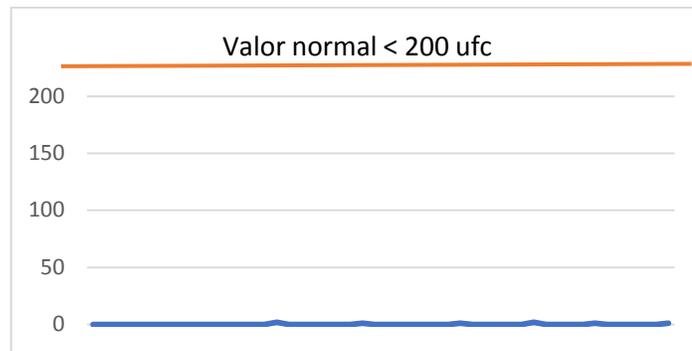
La presencia de bacterias *E. coli*, presentó una  $P_{x} \ll 0.05$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de obtenidos en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por la OMS.

**Tabla 38.** Verificación de la hipótesis, parámetro de *E. coli*

	Valor de prueba = 200				
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia
					Inferior      Superior
<i>E. coli</i>	-2906.184	47	.000	-199.83333	-199.9717      -199.6950

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 38, se aprecia de mejor manera que la mayoría de muestras no hubo crecimiento de *E. coli*.



**Gráfico 38.** Verificación de la hipótesis, parámetro de E. coli  
**Elaborado:** Investigadora

#### 4.4.12 Bacteria coliformes

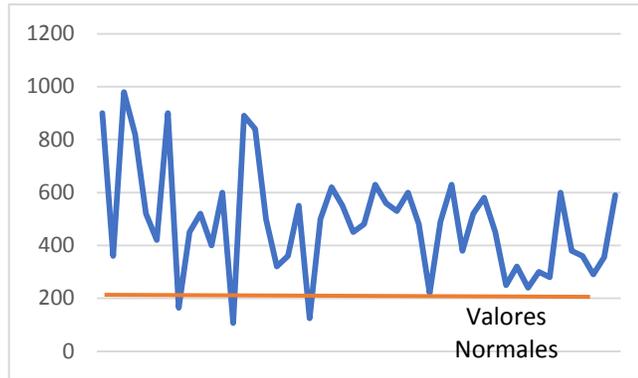
La presencia de bacterias coliformes, presentó una  $P_{x < 0.05}$ , por lo que la hipótesis nula se rechaza, es decir que hay diferencia significativa, entre los resultados de obtenidos en la laguna de Yambo con respecto a los valores indicados por la OMS.

**Tabla 39. Verificación de la hipótesis, parámetro de coliformes**

Valor de prueba = 200						
t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
				Inferior	Superior	
Coliformes	9.292	47	.000	281.83333	220.8177	342.8490

**Elaborado:** Investigadora

En el gráfico 39, se aprecia de mejor manera que la mayoría de hubo gran cantidad de coliformes.



**Gráfico 39.** Verificación de la hipótesis, parámetro de coliformes  
**Elaborado:** Investigadora

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

En la caracterización físico químico, se puede observar que la mayoría de los parámetros determinados exceden la calidad de agua establecida por Texto Unificado de Legislación Ambiental secundaria para el medio ambiente de descarga de TULSMA, en el anexo I.

De los parámetros determinados, la temperatura, estaba dentro del rango normal de acuerdo a lo establecido, el pH estuvo alcalinizado, turbidez elevada, nitritos bajos al igual que los cloruros la mayoría de parámetros se hallaron sobre el rango.

La evaluación de la calidad de agua de la laguna de Yambo, se desarrolló a partir de los valores obtenidos en el laboratorio de microbiología de la carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato , los rangos de referencia se los estableció de acuerdo cierto criterios como pecuario, agricultura, preservación de flora y fauna, pero se toma cuenta el criterio de recreación, consumo humano ya que esta laguna se destacada por ello, podemos determinar que este recurso hídrico no cumple con las normativas de la calidad de agua para su uso. De los 6 puntos evaluados en la mañana y tarde, los sólidos totales varia aun así el 77.6 % se hallaron elevados, la conductibilidad con un 97.9 % sobrepasa el rango, el agua al tener una gran cantidad de partículas disueltas en suspensión hace que pierda su transparencia de tal manera que la hace muy turbia, provocando un impacto en el ecosistema ya que afecta a la fotosíntesis, respiración y la reproducción de la vida acuática. Los valores de pH, indican que puede haber vida acuática, ya que presento una alcalinidad. Los nitritos y de nitratos se

hallaron bajo el rango, aun así, un pequeño porcentaje se halló elevado. Cabe mencionar que en el punto 1 y 6 que corresponde a la entrada principal y secundaria respectivamente, es en donde los parámetros presentaron una gran variabilidad sobre todo elevados, este se relaciona con la actividad agrícola, las aves presentes producen excretas que terminan en la laguna se acumulan y provocan contaminación, también se relaciona con la actividad turística.

En cuanto a la caracterización bacteriológica, el 98 % de coliformes que se desarrollaron, sobrepasan el valor de referencia de acuerdo a la OMS, los microorganismos identificados fueron, *Proteus mirabilis*, *E. coli*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella pneumoniae*, estas pueden afectar a las personas que estén en contacto con el agua de la laguna. El antibiograma realizado mostro que ciertas bacterias presentaron resistencia intrínseca y en su mayoría presentaron sensibilidad lo cual es óptimo ya que existiría una buena probabilidad de éxito terapéutico en el caso de un tratamiento a la dosis habitual

Existe una contaminación provocada por algunos factores; por la actividad ganadera y agrícola que se da en torno a la laguna, debido a la crianza de animales se genera heces y abonos que se acumulan en el suelo llegando a la laguna. Doméstica, las comunidades que se hallan aledañas, botan los desechos domésticos en las laderas. También turística es otro factor que afecta a la calidad del agua, las principales actividades turísticas son; la preparación de alimentos, paseo en lancha, deporte, generan una gran cantidad de desechos, que arrojan alrededor de la laguna.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Con los resultados obtenidos se determinó las siguientes recomendaciones:

Es necesario que las autoridades de la municipalidad de Salcedo realicen controles en los lugares turísticos, en la laguna de Yambo es necesario hacerlo ya que tras la inauguración del mirador el turismo se ha incrementado, por lo que se debe tener una mejora en las orillas de la laguna donde se dan actividades, se podría colocar algún

sistema de control que evite el contacto directo del ser humano con el agua , de acuerdo a los datos obtenidos existe la presencia de bacterias mismas que son oportunistas y pueden producir daños en la salud.

También es importante, crear un área que separe la actividad agrícola de la turística, debido a que se encuentra gran cantidad de excretas de las aves en el sendero por donde realizan el recorrido los turistas, como se indicó anteriormente las heces puede producir contaminación bacteriana.

Las autoridades del medio ambiente, deberían asignar personal que realice control de la calidad del agua ya que existe una gran cantidad de contaminación agrícola, turística, domestica, estos datos ayudarán a evitar problemas de tipo sanitario que perjudique la salud de quienes se beneficien del agua de la laguna.

Sobre todo, la mayor recomendación va dirigida a los turistas, quienes son los principales productores de contaminación, a las orillas de la laguna se puede visualizar desechos, ya sea fundas platicas botellas, restos de comida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRAFÍA:

1. Castellanos A, Salinas F, Arguelles C, Rodríguez A, Sánchez E. Morfología Y Estructura Bacteriana. *Curr Raptor Stud México*. 2006;71-82. (39)
2. Cude C. Oregon water quality index: a tool for evaluating water quality management effectiveness. *JAWRA*, editor. 2001. (22)
3. Dagne, D. WO& PT. Comparative assessment of the physico-chemical and bacteriological qualities of selected streams in Louisiana. *Health. IJERP*, editor. 2005. (23)
4. Fernández Olmos A, García de la Fuente C, Saéz Nieto JA, Valdezate Ramos S. Metodos de Identificacion Bacteriana en el Laboratorio de Microbiología. Vol. 37, *Procedimientos en Microbiología Clínica*. 2010. 1-28 p. (36)
5. MacFaddin. Biochemical tests for identification of medical bacteria. En: Philadelphia, editor. 2000. p. 451-3. (41)
6. MINAM. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes : Recurso Agua. TULAS Texto unificado Legis Secund del Minist del Ambient. 2011;8-9. (43)
7. Romero, R. y Jairo A. Calidad del agua. Ingeniería E colombiana de, editor. Colombia, Bogotá; 2002. (18)
8. Rondón J. Agentes contaminantes, la contaminación del agua. CPO GE, editor. Buenos Aires; 2012. 200 p. (20)
9. Tortora, Funke C. Introducción a la microbiologia. Paramericana M, editor. Bogota; 2007. (28)
10. Vian O. Introducción a la química industrial. S.A R, editor. México; 1998. (19)
11. Wagner T. Contaminación del agua: causa y efecto. Gernika, editor. 1996. 244 p. (16)

## LINKOGRAFÍA:

1. Alarc Ana Belen . Índice de calidad del agua según NSF del humedal laguna Los Milagros (Tingo María, Perú). [Internet]. Perú; 2016; 2(2):98-107.Disponible: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/81/194> (13)
2. Apella MC, Araujo PZ. Microbiología de agua. Conceptos básicos. [Internet]. 2005;33-50. Disponible en: [https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/curso/dia\\_14/4.%20M.%20Cristina%20Apella.pdf](https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/curso/dia_14/4.%20M.%20Cristina%20Apella.pdf) (53)
3. Aryal S. Biochemical Test and Identification of Proteus mirabilis. [Internet]. 2017; Disponible en: <https://microbiologyinfo.com/biochemical-test-and-identification-of-proteus-mirabilis/> (57)
4. Asca, Andrea; Aldea, Karla; Arrué, Kattya y Valverde K. Bacterias Gram Positivas y Gram Negativas. Seminarios de Biología Celular y Molecular - USMP Filial Norte. [Internet]. 2010. Disponible en: <http://biologiamedica.blogspot.com/2010/09/bacterias-gram-positivas-y-gram.html> (35)
5. Ayora Cañada MJ. Domiguez Vidal AM, FernandezLienres MP. Análisis De Aguas. Dep Química Física y Analítica · Univ Jaén. [Internet]. 2010;1-47. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3959462.pdf> (47)
6. Bernal R. M, Guzmán M. El Antibiograma de discos. Normalización de la técnica de Kirby-bauer. Biomédica. [Internet]. 1984;4(3-4):112. Disponible en: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1891> (42)
7. Calidad A, Agua DEL, Manejo M. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013 Primera revisión. [Internet]. 2013. Disponible en: <http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa%20Técnica%20INEN/NTE%20INEN%202169%20-%20AGUA.%20%20CALIDAD%20DEL%20AGUA.%20%20MUESTREO.%20%20MANEJO%20Y%20CONSERVACIÓN%20DE%20MUESTRAS.pdf> (27)

8. Calle GP, Gómez JC. Índices de calidad del agua de fuentes superficiales y aspectos toxicológicos , evaluación del Río Burgay. 2014;165-76. Disponible en : <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/564> (10)
9. Cassassuce F. Bacterias en el agua y su efecto en la salud de las personas. [Internet]. 2017; Disponible en: <https://www.agualimpia.mx/blogs/news/bacterias-en-el-agua-y-sus-efectos-en-la-salud-de-las-personas-enfermedades-propagadas-por-el-agua> (25)
10. Coll Marta. Características físico-químicas y determinación de plaguicidas en el agua de la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. [Internet]. Costa Rica. 2004; Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442004000600004](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000600004) (44)
11. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992; [Internet]. Disponible en: [http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Pueblos\\_indigenas/convenio\\_diversidad\\_biologica\\_1992.pdf?view=1](http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Pueblos_indigenas/convenio_diversidad_biologica_1992.pdf?view=1) (26)
12. Desarrollo, Plan Nacional de desarrollo toda una vida 2017-2021. [Internet]. Ecuador. 2017. Disponible en: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf).(6)
13. Ecosystems, Sustaining Healthy Freshwater. Ecological Society of America. [Internet]. 2013;Disponible en : <https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2013/03/issue10.pdf> (7)
14. Espinal Carreón, Sedeño Díaz y López; Evaluación de la calidad del agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México, mediante técnicas multivariadas: un análisis de valoración para dos épocas 2005, 2009-2010. [Internet]. México 2013. 29(3):147-63. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992013000300002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000300002) (8)
15. Ferran Navarro Risueño EMC y BMO. Lectura interpretada del antibiograma de enterobacterias. [Internet]. España. Disponible en:

[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba/lectura\\_interpretada\\_del\\_antibiograma\\_de\\_enterobacterias.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba/lectura_interpretada_del_antibiograma_de_enterobacterias.pdf) (62)

16. Hernández MA. Depuración de aguas residuales. 1990. [Internet]. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Contaminacion%2520del%2520agua.pdf> (17)
17. Herrera. Pruebas Microbiológicas para E. coli. [Internet]. 2011; Disponible en: <https://biotaetscientia.com/2011/06/15/pruebas-microbiologicas-para-e-coli/> (60)
18. INAMHI. Pronóstico del Tiempo y Productos. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico-del-tiempo-y-productos/> (30)
19. Taylor Torres AR, Cordón Suárez E. Calidad del agua potable y su efecto en la salud de la comunidad de Kamla , Costa Caribe Norte de Nicaragua. Ciencias e interculturalidad. [Internet]. Nicaragua. 2017;9231(1):78-93. Disponible en : <https://www.lamjol.info/index.php/RCI/article/view/4855> (11)
20. Isan Ana. Consecuencias de la contaminación del agua. Agua. ORG. [Internet]. 2017; Disponible en: <https://agua.org.mx/consecuencias-la-contaminacion-del-a> (1)
21. Isch E. Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla. Foros de Recursos Hídricos. [Internet]. 2011. Disponible en: <http://www.camaren.org/documents/contaminacion.pdf> (2)
22. Laboratorios Britania. Mac Conkey Agar. Lab Britania. [Internet]. 2015;1-2. Disponible en: [http://www.britanialab.com/productos/B23114\\_REV\\_01-MAC\\_CONKEY\\_AGAR.pdf](http://www.britanialab.com/productos/B23114_REV_01-MAC_CONKEY_AGAR.pdf) (40)
23. Ledezma R, Muñoz R. Estudio microbiológico de la calidad de agua suministrada a la población de sebastian pagador en el año 2008. [Internet]. Cochabamba. 2009. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1817-74332009000100005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100005). (9)
24. Laboratorios Britania S.A. Sangre Agar Base. Britania. [Internet]. 2015;1:2. Disponible en: [http://www.britanialab.com/productos/HT\\_B04149\\_REV\\_01-SANGRE\\_AGAR\\_BASE.pdf](http://www.britanialab.com/productos/HT_B04149_REV_01-SANGRE_AGAR_BASE.pdf) (38)

25. López-Ortega M, Pulido- Flores G, Serrano- Solís A, Gaytán-Oyarzún JC, Monks-Sheets SW, López-Jiménez MA. Evaluación estacional de las variables físicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco , Veracruz, México. Rev Científica UDO Agrícola. [Internet]. 2012;12(3):713-9. Disponible en : [https://www.researchgate.net/publication/318913165\\_Evaluacion\\_estacional\\_de\\_las\\_variables\\_fisicoquimicas\\_del\\_agua\\_de\\_la\\_laguna\\_de\\_Tampamachoco\\_Veracruz\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/318913165_Evaluacion_estacional_de_las_variables_fisicoquimicas_del_agua_de_la_laguna_de_Tampamachoco_Veracruz_Mexico) (46)
26. López TR, y YCT-IH, 2018 undefined. Actualización del estado de las lagunas de estabilización de la provincia Mayabeque. ScieloSldCu. [Internet]. 2018;XXXIX(2):72-85. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382018000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000200006) (50)
27. Lopardo HA. SCP; CV. Manual de Microbiología Clínica de la Asociación Argentina de Microbiología. Bact Importancia Clínica [Internet]. VOLUMEN I. Disponible en: <http://www.aam.org.ar/descarga-archivos/Parte21Enterobacterias.pdf> (58)
28. Maña RAA. «Análisis del Flujo de Visitantes en el Mirador (Laguna de Yambo) y su Repercusión en la Generación de Productos Turísticos en la Parroquia Panzaleo del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi. [Internet]. 2015. Disponible en: [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18268/1/final\\_tesis\\_2.0.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18268/1/final_tesis_2.0.pdf) (5)
29. Marchad Pajares Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana. [Internet]. 2002. Disponible en [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/marchand\\_p\\_e/tesis\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/marchand_p_e/tesis_completo.pdf) (56)
30. Marquez , Claudio Manuel Lezama-Davila, M. En C., Ph.D., Pedro Pablo Ku-Pech, Q.F.B., Paulino Tamay-Segovia Qfb. Calidad Sanitaria De Los Suministros De Agua Para Consumo Humano En Campeche. [Internet]. Disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5803/6466> (52)

31. Ministerio de agricultura, ganaderia y pesca. Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples.[Internet]. 2011 .  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-protocolo\\_de\\_muestreo\\_de\\_aguas\\_inta.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-protocolo_de_muestreo_de_aguas_inta.pdf) (31)
32. Navarro F, Miro E. Lectura interpretada del antibiograma de enterobacterias. [Internet]. 2018;28(9):638-45. Disponible en : <http://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-lectura-interpretada-del-antibiograma-enterobacterias-S0213005X10002193> (64)
33. OMS. Agua. [Internet]. 2018; Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (3)
34. OMS. Guías del calidad del agua potable. OMS. .[Internet]. 2006; Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf) (15)
35. OMS. Guías para la calidad del agua. .[Internet]. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/) (46)
36. OMS U. Agua, datos y cifras. .[Internet]. 2018. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (4)
37. Padilla Cgumacero Marta. Klebsiella pneumoniae: Aislamiento, identificación y resistencia a los antimicrobianos, hospital “Jaime Mendoza”. C.N.S. SUCRE. .[Internet]. 2012. 2013. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0004-05252013000100005&script=sci\\_abstract](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0004-05252013000100005&script=sci_abstract) (61)
38. Pérez Ana. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Scielo. [Internet]. 2008; Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442008000400026](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000400026) (12)
39. Pérez Castillo AG, Rodríguez A. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. [Internet]. 2008.Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442008000400026](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000400026) (49)

40. Petrifilm P. Placas Petrifilm 3M Placas Petrifilm. [Internet]. 2000;150. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/444944O/petrifilm-aerobic-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf> (32)
41. Pullés Robert M. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. Rev CENIC Ciencias Biológicas. [Internet]. 2014;45(1):25-36. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf> (54)
42. Ríos Tobón; Agudelo Cadavid; Gutiérrez-Builes. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. [Internet]. 2017. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf> (55)
43. Rita L. Análisis físico, químico y biológico de la cuenca hidrológica del Río Guápiles y su posible relación con el impacto ecológico ocasionado por los habitantes aledaños y comercios sobre el mismo, durante el periodo de marzo a octubre del año 2012 en Guápiles. [Internet]. 2012. Disponible en: <http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2011/11/Liceo-de-La-Rita.pdf> (21)
44. Ruera SC. Métodos De Análisis Microbiológico. Normas ISO. [Internet]. 2006; Disponible en: <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi14> (37)
45. Tocto Arroba Adriana. Evaluación de la calidad del agua en la parroquia San Pablo del lago, cantón Otavalo, provincia de Imbabura utilizando un cromatógrafo de intercambio iónico con supresión química, previamente validado el método APHA 4110. [Internet]. Ecuador, Laguna de San Pablo. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7391/1/AC-B-ESPE-047516.pdf> (51)
46. Turcios Reinaldo. t-Student. Usos y abusos. [Internet]. 2015;59-61. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-21982015000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982015000100009) (65)
47. Schreckenberger; Woods WKP. Koneman Diagnostico Microbiologico. En: Paramericana M, editor. Sexta. Buenos Aires; p. 226. [Internet]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=jyVQueKro88C&pg=PA251&dq=prueba>

s+bioquimicas+para+klebsiella+pneumoniae&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjz7o  
mV7KHeAhVFrFMKHdmDBm0Q6AEINzAC#v=onepage&q&f=false (59)

48. ViajandoX. Laguna de Yambo [Internet]. 2017. Disponible en:  
<https://www.ec.viajandox.com/salcedo/laguna-de-yambo-A852> (29)
49. Yumbo K, Iler V, Espinoza W, Campos D, Castro R, Chirinos Determinación.  
biológicos y físico-químicos en el río Paján , Manabí , Ecuador. 2018;(10):32-  
40.Disponible en : <http://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/184>  
(14)
50. 3M Food Safety. Placas Petrifilm <sup>TM</sup> para el Recuento de E. coli/Coliformes.  
Microbiol Prod [Internet]. 2008;3(1):1-6. Disponible en:  
[http://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petrefilm-e-coli-coliform-  
count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf](http://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petrefilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf) (33)
51. 3M <sup>TM</sup> Placas Petrifilm <sup>TM</sup> Staph Express para Recuento de Staphylococcus  
aureus Recomendaciones de uso. 1999; (34)

## CITAS BIBLIOGRÁFICAS - BASES DE DATOS UTA

**EBRARY:** Preminger G, Badlani G. Textbook of Endourology. Tercera ed. Smith A,  
editor. Wiley-Blackwell; 2011. Retrieved from  
[http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10521429&p00=pseudomona  
+aeurginosa+nosocomial](http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10521429&p00=pseudomona+aeurginosa+nosocomial).

**EBRARY:** Rello J. Nosocomial Pneumonia. Primera ed. Rello J, editor.  
WileyInterscience; 2008. Retrieved from  
[http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10505109&p00=nosocomial+  
pneumonia](http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10505109&p00=nosocomial+pneumonia).

**PROQUEST:** Medizone international, inc.; AsepticSure patent protection goes global. (2012). China Weekly News, 73. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/921494031?accountid=36765>

**PROQUEST:** Medizone announces a second round of trials have begun. (2009, Jun 03). PR Newswire Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/453566495?accountid=36765>

**PROQUEST:** Medizone international announces greatly enhanced AsepticSure(TM) patent protection. (2010, Jan 20). PR Newswire Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/450653550?accountid=36765>

**PROQUEST:** The canadian foundation for global health announces a research and development partnership with medizone international, inc. (2009, Feb 18). PR NewswireRetrieved from <http://search.proquest.com/docview/453337313?accountid=36765>

## ANEXOS

### Anexo 1: INEN Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

CDU: 014.777.020.113 ICB: 13.000.01		CIU: 4100 AL 01.00-202
<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS</b>	<b>NTE INEN 2169:2013 Primera revisión 2013-06</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua incluyendo aquellas para análisis biológicos pero no análisis microbiológicos.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo al comienzo del análisis. La naturaleza y la velocidad de estas reacciones son tales que, si no se toman precauciones antes y durante el transporte, así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo.</p> <p>3.2 Principalmente en casos de duda, se debe consultar al analista y/o al especialista que interpretará los resultados, antes de decidir sobre el método preciso de conservación y manipulación.</p> <p>3.3 Las causas de variación son numerosas, algunas de ellas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Las bacterias, algas y otros microorganismos pueden consumir ciertos elementos presentes en la muestra; pueden modificar la naturaleza de los constituyentes para producir nuevos. Esta actividad biológica afecta, por ejemplo: al contenido de oxígeno disuelto, al dióxido de carbono, a los compuestos de nitrógeno, fósforo y algunas veces al silicio.</li><li>b) Ciertos compuestos pueden ser oxidados por el oxígeno disuelto contenido en las muestras o por el oxígeno atmosférico, por ejemplo: compuestos orgánicos, hierro (II), sulfuros, etc.</li><li>c) Ciertas sustancias pueden precipitar, por ejemplo: calcio, carbonatos, metales y compuestos metálicos como: hidróxido de aluminio, Al (OH)<sub>3</sub>, fosfato de magnesio Mg<sub>3</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>; o perderse en la fase gaseosa (por ejemplo: oxígeno, cianuro, mercurio).</li><li>d) El pH, la conductividad, el contenido de dióxido de carbono, etc., pueden modificarse por la absorción del dióxido de carbono del aire.</li><li>e) Los metales disueltos o en estado coloidal así como ciertos compuestos orgánicos pueden ser absorbidos o adsorbidos irreversiblemente sobre la superficie de los recipientes o por los materiales sólidos contenidos en la muestra.</li><li>f) Los productos polimerizados pueden despolimerizarse; lo contrario, los compuestos simples pueden polimerizarse.</li></ul>		

## 3.14 Manejo y conservación

### 3.14 Manejo y conservación

#### 3.14.1 Tipos de recipientes

3.14.1.1 Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

3.14.1.2 El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación por lixiviación de componentes inorgánicos de recipientes de vidrio (por ejemplo: los de borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio), metales y compuestos orgánicos de los plásticos. Algunas tapas coloreadas pueden contener niveles significativos de metales pesados;
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).
- d) tener una superficie a la cual no se puedan aplicar métodos de limpieza y tratamiento con la finalidad de reducir la contaminación de la muestra por trazas de constituyentes como metales pesados o radionucleidos.

3.14.1.3 El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

3.14.1.4 Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

3.14.1.5 Las precauciones son necesarias en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas organoclorados.

3.14.1.6 Las muestras en blanco de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado.

3.14.1.7 Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.

**3.14.2 Manejo y conservación de muestras para análisis biológico**

**3.14.2.1** El manejo de muestras para examinación biológica es diferente al usado con muestras para análisis químico.

**3.14.2.2** La adición de sustancias químicas a la muestra puede ser realizada para protección y conservación de la misma: protección de estructuras morfológicas y conservación de la materia orgánica susceptible a degradación química o bioquímica.

**3.14.2.3** Los conservantes, por definición, son tóxicos y su adición puede conducir a la muerte de los organismos vivos presentes en la muestra. Previo a la muerte, la irritación puede causar que los microorganismos más sensibles (con paredes celulares débiles) colapsen antes de la protección de sus estructuras morfológicas.

**3.14.2.4** Se deben considerar los siguientes criterios para la conservación de las muestras para análisis biológicos:

- a) El efecto de los conservantes en cuanto a la pérdida de microorganismos debe ser conocido de antemano;
- b) Los conservantes deben prevenir la degradación biológica de materia orgánica, al menos durante el período de almacenamiento;
- c) Los conservantes debe permitir que los grupos taxonómicos puedan ser estudiados durante el período de almacenamiento de las muestras.

**Literal 4.1 Muestreo****4. INSPECCIÓN****4.1 Muestreo****4.1.1 Llenado del recipiente**

**4.1.1.1** En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tiende a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

**4.1.1.2** Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente.

**4.1.2 Refrigeración y congelación de las muestras**

**4.1.2.1** Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

**4.1.2.2** La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

**4.1.2.3** El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales (ver tabla 1).

**4.1.2.4** El congelamiento a temperaturas de -20 °C permite un incremento en el período de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retornar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (policloruro de vinilo o polietileno). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento.

**4.1.3 Filtración y centrifugación de muestras**

**4.1.3.1** La materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de

**Literal 5: Rotulado.**

**5. ROTULADO**

**5.1** Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

**5.2** Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los conservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

**5.3** Las muestras especiales con material anómalo, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo ácidos, deben identificarse claramente como tales.

## **ANEXO 2: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA**



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

**NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE  
DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO  
AGUA**

LIBRO VI ANEXO 1

**0 INTRODUCCIÓN**

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

**1 OBJETO**

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

**2 DEFINICIONES**

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y las que a continuación se indican:

**2.1 Agua costera**

LIBRO VIANEXO 1286



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública.

**2.48 Valores de línea de base**

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de base.

**2.49 Valores de fondo**

Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de fondo.

**2.50 Zona de mezcla**

Es el área técnicamente determinada a partir del sitio de descarga, indispensable para que se produzca una mezcla homogénea en el cuerpo receptor.

**3 CLASIFICACION**

**3.1 Criterios de calidad por usos**

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad para aguas subterráneas.
4. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
5. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
6. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
7. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
8. Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
9. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 1):

**TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>VI</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500

Continúa...

Continuación...

**TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
------------	----------------	--------	--------------------------

**4.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios**

**4.1.2.1** Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

**4.1.2.2** Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver tabla 3):

**TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.**

Parámetros	Expresados como	Unidad	Limite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs		mg/l	0,001	0,001	0,001

Continúa...

Continuación...

**TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.**

Parámetros	Expresados como	Unidad	Limite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

TABLA 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1

\* Suma de Fluoruros totales.

LIBRO VI

ANEXO 1

311



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		<b>Ausencia</b>
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02

Continua...



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor máximo permisible
Coliformes totales	nmp/100 ml		4 000
Coliformes fecales	nmp/100 ml		1 000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% de Concentración de saturación
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Metales y otras sustancias tóxicas		mg/l	<b>Cero</b>
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Residuos de petróleo			<b>Ausencia</b>
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano visible	mg/l	0,3
Sólidos flotantes			<b>Ausencia</b>
Relación hidrógeno, fósforo orgánico			15:1

**ANEXOS 3: FOTOGRAFÍAS**

**TOMA DE MUESTRA**



**MEDICIÓN DE PARÁMETROS  
FÍSICO QUÍMICOS**

IN SITU



EN EL LABORATORIO

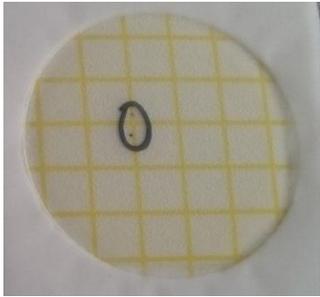


**SIEMBRA EN MEDIOS 3M PETRIFILM**

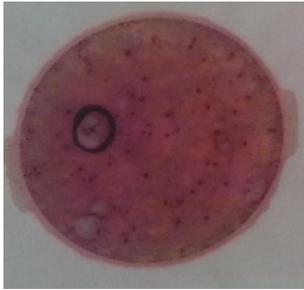


## CONTAJE DE UFC:

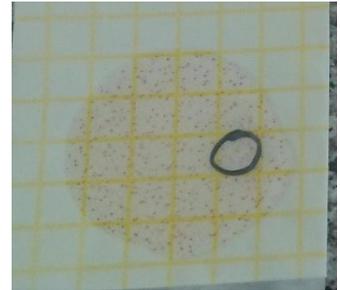
3m Petrifilm para *S. aureus*



3m Petrifilm para Coli/  
coliforme



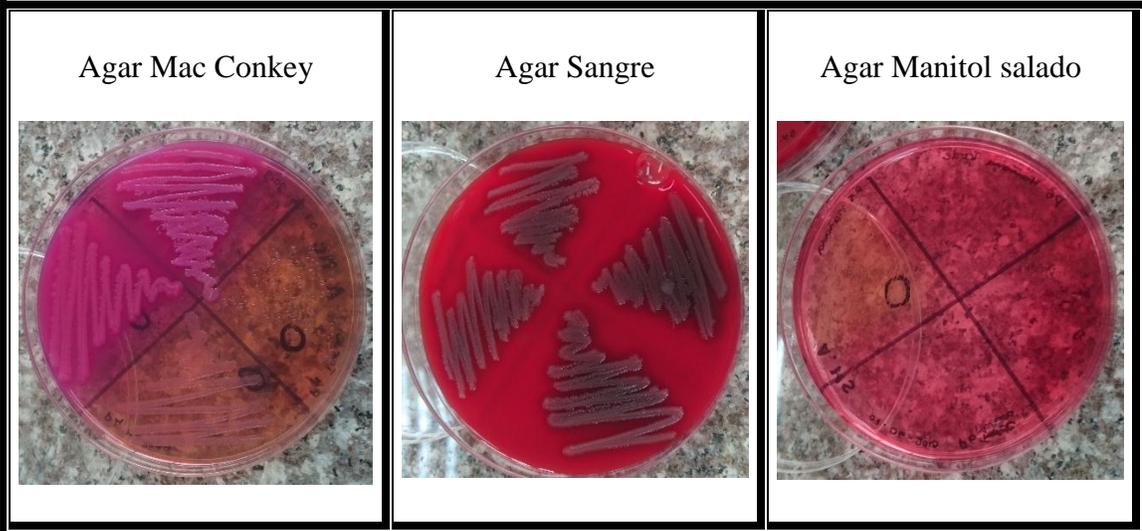
3m Petrifilm para aerobios



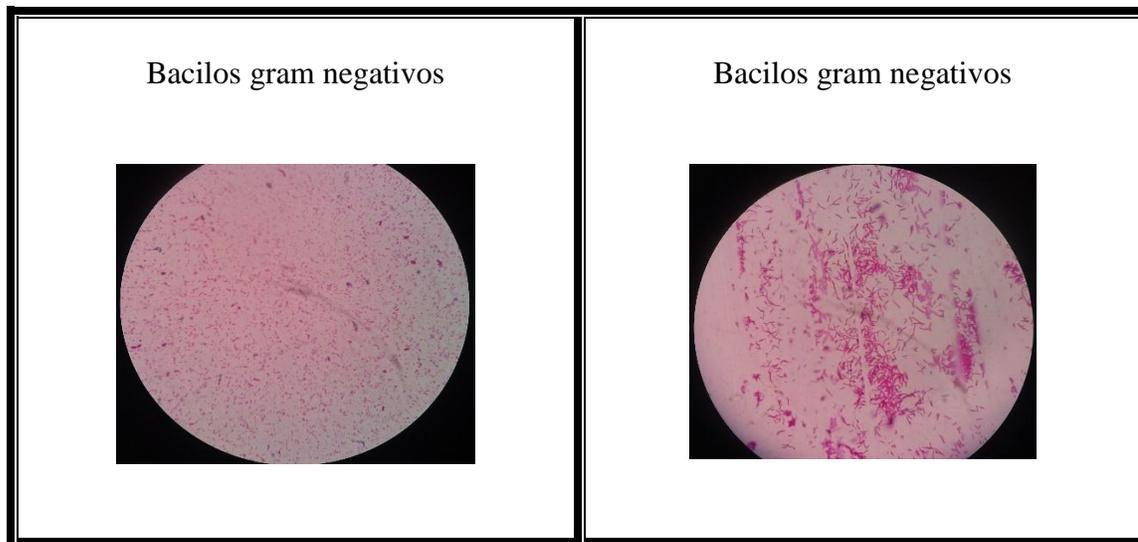
**RESIEMBRA**



**SIEMBRA 24 HORAS**



## Tinción Gram



## PRUEBAS BIOQUÍMICAS

 <p>Urea (+), Citrato (+), TSI(K/A) SH2(+), Gas glucosa (+), Malonato (+), Indol (-), Motilidad (+), RM (+).</p> <p><i>P. vulgaris</i></p>	 <p>RM (+), TSI A/A, SH2(-), Gas glucosa (+), Citrato (-) SH2(+), Gas glucosa (+), Indol (+), Urea (-), Malonato (-), motilidad (+)</p> <p><i>E. coli</i></p>	 <p>RM (-), Malonato (+), Indol (-), Motilidad (+), TSI K/A, SH2(-), Gas glucosa (+), Urea (-), Citrato (-)</p> <p><i>H. alvei</i></p>	 <p>RM (-), Malonato (+), Indol (-), Motilidad (-), TSI A/A, SH2(-), Gas glucosa (+), Urea (+), Citrato (+)</p> <p><i>K. pneumoniae</i></p>
---	--	--	--

## ANTIBIOGRAMA



## ESTADO ACTUAL DE LA LAGUNA DE YAMBO



